

Docket No.: 50099-254

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of	:	Customer Number: 20277
	:	
Tohru KOYAMA, et al.	:	Confirmation Number:
	:	
Serial No.:	:	Group Art Unit:
	:	
Filed: April 23, 2004	:	Examiner:
	:	
For: FAILURE ANALYZER	:	

**CLAIM OF PRIORITY AND
TRANSMITTAL OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT**

Mail Stop CPD
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

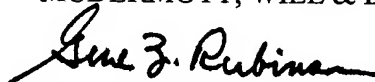
In accordance with the provisions of 35 U.S.C. 119, Applicants hereby claim the priority of:

Japanese Patent Application No. JP2003-121282, filed April 25, 2003

cited in the Declaration of the present application. A certified copy is submitted herewith.

Respectfully submitted,

MCDERMOTT, WILL & EMERY



Gene Z. Rubinson
Registration No. 33,351

600 13th Street, N.W.
Washington, DC 20005-3096
(202) 756-8000 GZR:mcw
Facsimile: (202) 756-8087
WDC99 912411-1.050099.0254



50099-254
T. KOYAMA et al.
April 23, 2004

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

McDermott, Will & Emery

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 3 年 4 月 2 5 日

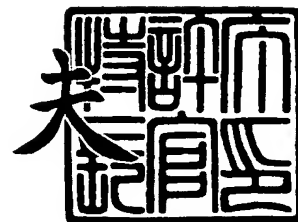
出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 3 - 1 2 1 2 8 2
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 1 2 1 2 8 2]

出 願 人
Applicant(s): 株式会社ルネサステクノロジ


2 0 0 4 年 4 月 1 2 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 3 0 2 4 3

【書類名】 特許願

【整理番号】 545553JP01

【提出日】 平成15年 4月25日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/66

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目 4 番 1 号 株式会社ルネサ
 ステクノロジ内

 【氏名】 小山 徹

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目 4 番 1 号 株式会社ルネサ
 ステクノロジ内

 【氏名】 小守 純子

【特許出願人】

 【識別番号】 503121103

 【氏名又は名称】 株式会社ルネサステクノロジ

【代理人】

 【識別番号】 100089233

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 吉田 茂明

【選任した代理人】

 【識別番号】 100088672

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 吉竹 英俊

【選任した代理人】

 【識別番号】 100088845

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 有田 貴弘

**【手数料の表示】****【予納台帳番号】** 012852**【納付金額】** 21,000円**【提出物件の目録】****【物件名】** 明細書 1**【物件名】** 図面 1**【物件名】** 要約書 1**【プルーフの要否】** 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 故障解析装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 試料が載置される第 1 の主面と、それとは反対側に第 2 の主面とを有する解析用プレートと、

光学系を有し、前記試料内で発生した故障を前記光学系を用いて検出する故障検出部と

を備え、

前記解析用プレートの前記第 2 の主面には凹部が設けられており、

前記凹部の底面には、前記第 2 の主面よりも突出しておらず、固浸レンズとして機能する凸部が設けられており、

前記故障検出部は、前記解析用プレートの前記第 2 の主面側から、前記凸部を通して前記試料に対して光の照射を行い、あるいは前記凸部を通して前記試料からの光の検出を行う、故障解析装置。

【請求項 2】 前記解析用プレートは前記試料を搭載するステージとして用いられる、請求項 1 に記載の故障解析装置。

【請求項 3】 前記解析用プレートはシリコンから成る、請求項 1 及び請求項 2 のいずれか一つに記載の故障解析装置。

【請求項 4】 前記解析用プレートは石英ガラスから成る、請求項 2 に記載の故障解析装置。

【請求項 5】 前記解析用プレートの前記第 2 の主面には複数の前記凹部が設けられており、

各前記凹部の底面には前記凸部が設けられている、請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか一つに記載の故障解析装置。

【請求項 6】 前記試料は複数の半導体チップが形成された半導体ウェハであって、

前記凹部及び前記凸部は前記半導体チップごとに設けられており、かつ前記半導体チップの配置に対応した位置に設けられている、請求項 5 に記載の故障解析装置。

【請求項 7】 各前記凸部は球冠状であって、
前記凸部の表面が有する部分球面の半径は互いに異なる、請求項 5 に記載の故障解析装置。

【請求項 8】 前記解析用プレートとは独立して前記試料を支持する治具と、
前記解析用プレートを前記第 1 の主面に平行に移動させる第 1 の駆動部とを更に備える、請求項 1 乃至請求項 7 のいずれか一つに記載の故障解析装置。

【請求項 9】 前記故障検出部の前記光学系を前記解析用プレートの前記第 1 の主面に平行に移動させる第 2 の駆動部を更に備え、
前記第 1 の駆動部は、前記解析用プレートの移動情報を前記第 2 の駆動部に通知し、
前記第 2 の駆動部は前記移動情報に基づいて前記光学系を移動させる、請求項 8 に記載の故障解析装置。

【請求項 10】 前記解析用プレート上の前記試料と接触するプローブ針と、
前記解析用プレートとは独立して前記解析用プレートの前記第 1 の主面に平行に前記プローブ針及び前記試料をそれらの間の位置関係を保持しつつ移動させる駆動部と
を更に備える、請求項 1 乃至請求項 7 のいずれか一つに記載の故障解析装置。

【請求項 11】 固浸レンズと、
第 1 の主面と、それとは反対側に第 2 の主面とを有し、前記固浸レンズが埋め込まれたステージと、
光学系を有し、試料内で発生した故障を前記光学系を用いて検出する故障検出部と
を備え、

前記固浸レンズの表面の一部は、前記ステージの前記第 1 の主面とともに平坦となって前記第 1 の主面から露出しており、

前記試料は、前記ステージの前記第 1 の主面及び前記固浸レンズの前記表面の一部の上に載置され、



前記故障検出部は、前記ステージの前記第 2 の主面側から、前記ステージ及び前記固浸レンズを通して前記試料に対して光の照射を行い、あるいは前記固浸レンズ及び前記ステージを通して前記試料からの光の検出を行う、故障解析装置。

【請求項 1 2】 前記ステージは石英ガラスから成る、請求項 1 1 に記載の故障解析装置。

【請求項 1 3】 前記ステージの前記第 2 の主面には、凸レンズとして機能する凸部が前記固浸レンズと前記ステージの厚み方向に並んで設けられており、前記故障検出部は、前記凸部を更に通して前記試料に対して光の照射を行い、あるいは前記凸部を更に通して前記試料からの光の検出を行う、請求項 1 1 及び請求項 1 2 のいずれか一つに記載の故障解析装置。

【請求項 1 4】 前記ステージには複数の前記固浸レンズが埋め込まれている、請求項 1 1 乃至請求項 1 3 のいずれか一つに記載の故障解析装置。

【請求項 1 5】 前記試料は、複数の半導体チップが形成された半導体ウェハであって、

前記固浸レンズは前記半導体チップごとに設けられており、かつ前記半導体チップの配置に対応した位置に設けられている、請求項 1 4 に記載の故障解析装置。

【請求項 1 6】 各前記固浸レンズは球冠状であって、前記固浸レンズの表面が有する部分球面の半径は互いに異なる、請求項 1 4 に記載の故障解析装置。

【請求項 1 7】 前記ステージ及び前記固浸レンズとは独立して前記試料を支持する治具と、

前記ステージを前記第 1 の主面に平行に移動させる第 1 の駆動部とを更に備える、請求項 1 1 乃至請求項 1 6 のいずれか一つに記載の故障解析装置。

【請求項 1 8】 前記故障検出部の前記光学系を前記ステージの前記第 1 の主面に平行に移動させる第 2 の駆動部を更に備え、

前記第 1 の駆動部は、前記ステージの移動情報を前記第 2 の駆動部に通知し、前記第 2 の駆動部は前記移動情報に基づいて前記光学系を移動させる、請求項

17 に記載の故障解析装置。

【請求項 19】 前記ステージ及び前記固浸レンズの上の前記試料と接触するプローブ針と、

前記ステージとは独立して前記ステージの前記第 1 の主面に平行に前記プローブ針及び前記試料をそれらの間の位置関係を保持しつつ移動させる駆動部とを更に備える、請求項 11 乃至請求項 16 のいずれか一つに記載の故障解析装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、固浸レンズを利用した故障解析装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

L S I 等の半導体装置の多層配線化に伴い、半導体基板の上面からの評価・解析は困難になり、半導体基板の裏面からのアプローチが必須となっている。裏面からの主な故障解析方法としては、電流リーク箇所から発生する微弱な光を検出することによって故障解析を行う発光解析（「エミッション解析」とも呼ばれる）や、レーザービームの照射によって発生する起電流または電源電流の変化を像に変換することにより故障箇所を特定する O B I C（光起電流）解析及び O B R C H（Optical Beam Induced Resistance CHange）解析、さらにレーザービームを照射してその反射光の強度または位相変化を捉えることにより任意箇所での電位波形を観測するレーザーボルテージプローブ（L V P）解析等がある。これらの半導体基板の裏面からの故障解析（以後、単に「裏面解析」と呼ぶ）では、厚さ数 100 μ m の半導体基板を介して、その上面に形成されている半導体素子にアクセスする必要があるために、通常、シリコンを透過する赤外光が利用される。しかしながら、使用する赤外光の波長は 1 μ m 以上であるため、空間分解能は実効的に 0.7 μ m 以上となり、裏面解析の適用により像分解能が犠牲にならざるを得なかった。

【0003】

そこで、空間分解能を改善する技術として、非特許文献1に、シリコンから成る固浸レンズ (Solid Immersion Lens、以後「S I L」と呼ぶ場合がある) を用いた技術が提案されている。この技術は、光の媒質の屈折率を増加させることにより、光の波長で制限される回折限界を超越する解像度を得るものである。

【0004】

非特許文献1に記載の技術によれば、略半球状のS I Lを半導体基板の裏面に密着させて、シリコンを透過する光をかかるとS I Lを介して半導体基板に入射することによって、S I Lが無い場合よりも集光角を飛躍的に大きくすることができる。分解能 d は、 $d = \lambda / (2 \cdot n \cdot \sin \theta)$ で表現され、 $n \cdot \sin \theta$ で表される開口数NAは、S I Lの適用により理想的には屈折率 n の二乗倍にまで向上させることが可能である。なお、上記 θ 及び λ はそれぞれ集光角の半角及び光の波長を表している。

【0005】

しかしながら、非特許文献1に記載の技術では、半導体基板とS I Lとの間に隙間が生じると、大幅に分解能が劣化することがあった。そこで、半導体基板を加工して、その表面に略半球状の凸部を形成し、この凸部をS I Lとして使用することによって、S I Lと半導体基板とを一体的に形成する技術が、特許文献1に記載されている。

【0006】

特許文献1に記載の技術では、S I Lとして機能する凸部と半導体基板とが一体的に形成されているため、S I Lと半導体基板との間に隙間が生じることが無く、非特許文献1に記載の技術よりも分解能が向上する。

【0007】

なお、半導体装置の裏面解析にS I Lを用いる技術が非特許文献2, 3にも記載されている。

【0008】

【特許文献1】

特開 2002-189000号公報

【非特許文献1】

S.B.Ippolito et al., "High spatial resolution subsurface microscopy", Applied Physics Letters, Vol.78, No.26, June 2001, pp.4071-4073

【非特許文献 2】

寺田, 「固浸レンズの有効性」, 浜松ホトニクス主催 第 1 4 回半導体ワークショップ講演資料

【非特許文献 3】

吉田、外 3 名, 「レーザーボルテージプローブ (LVP) 解析の高品位化」, LSI テスティングシンポジウム / 2 0 0 2, 平成 1 4 年, 予稿集, p p . 1 4 3 - 1 4 8

【0 0 0 9】

【発明が解決しようとする課題】

通常、半導体ウェハ、または半導体ウェハから切り出された、パッケージに入っていない半導体チップに対して裏面解析を行う場合には、光を透過するステージ上に試料をその裏面側を下にして載置する。そして、試料の上面に設けられた電極パッドにプローブを当てて当該試料を通電状態にして、ステージを介して裏面からの光検出や光照射を行う。

【0 0 1 0】

しなしながら、非特許文献 1 に記載の技術では、半導体基板の裏面上に略半球状の S I L を載置するため、半導体基板の裏面から当該 S I L が突出し、ステージ上に安定して試料を載置することが困難であった。

【0 0 1 1】

一方、特許文献 1 に記載の技術では、半導体基板を掘り込んでその裏面を局所的に部分球面状に加工しているため、非特許文献 1 に記載の技術とは異なり、半導体基板の裏面から S I L が突出していない。従って、ステージ上に試料を安定して載置することができる。しかしながら、特許文献 1 に記載の技術では、半導体基板自体を加工することから、S I L として機能する凸部を移動させることができない。すなわち解析視野を移動させることができない。

【0 0 1 2】

そこで、本発明は上述の問題に鑑みて成されたものであり、ステージ上に安定して試料を搭載でき、かつ解析視野を移動させることが可能な故障解析技術を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】

この発明の第1の故障解析装置は、試料が載置される第1の主面と、それとは反対側に第2の主面とを有する解析用プレートと、光学系を有し、前記試料内で発生した故障を前記光学系を用いて検出する故障検出部とを備え、前記解析用プレートの前記第2の主面には凹部が設けられており、前記凹部の底面には、前記第2の主面よりも突出しておらず、固浸レンズとして機能する凸部が設けられており、前記故障検出部は、前記解析用プレートの前記第2の主面側から、前記凸部を通して前記試料に対して光の照射を行い、あるいは前記凸部を通して前記試料からの光の検出を行う。

【0014】

また、この発明の第2の故障解析装置は、固浸レンズと、第1の主面と、それとは反対側に第2の主面とを有し、前記固浸レンズが埋め込まれたステージと、光学系を有し、試料内で発生した故障を前記光学系を用いて検出する故障検出部とを備え、前記固浸レンズの表面の一部は、前記ステージの前記第1の主面とともに平坦となって前記第1の主面から露出しており、前記試料は、前記ステージの前記第1の主面及び前記固浸レンズの前記表面の一部の上に載置され、前記故障検出部は、前記ステージの前記第2の主面側から、前記ステージ及び前記固浸レンズを通して前記試料に対して光の照射を行い、あるいは前記固浸レンズ及び前記ステージを通して前記試料からの光の検出を行う。

【0015】

【発明の実施の形態】

実施の形態1.

図1は本発明の実施の形態1に係る故障解析装置100の構成を示す図であり、図2は図1に示される構成を部分的に拡大して示す図である。図1、2に示されるように、本実施の形態1に係る故障解析装置100は、試料1に対して発光

解析を行うことができる故障解析装置であって、SILを有する解析用プレート 2 と、SIL 駆動部 10 と、故障検出部 20 と、顕微鏡駆動部 23 と、試料支持治具 30 と、プローバー 40 と、テスター 50 とを備えている。図 1, 2 では、試料 1 と、解析用プレート 2 と、試料支持治具 30 と、後述するステージ 11、チャック 12 及びプローブカード 41 とに関しては、それらの断面構造を示している。

【0016】

図 3 は故障解析装置 100 における解析対象である試料 1 の構造を示す平面図である。図 1 ～ 3 に示されるように、試料 1 は、複数の半導体チップ 1c が設けられた半導体ウェハであって、半導体基板 1a と、半導体基板 1a の一方の主面 1aa に設けられたデバイス形成層 1b とを備えている。デバイス形成層 1b には、図示しない、MOS トランジスタなどの半導体素子、層間絶縁膜、コンタクトプラグ、配線などが形成されている。そして、半導体基板 1a は例えばシリコン基板である。なおここでは、試料 1 として複数の半導体チップ 1c が形成された半導体ウェハを採用しているが、半導体ウェハから切り出された半導体チップ 1c 単体を試料 1 としても良い。

【0017】

解析用プレート 2 は例えばシリコンから成り、主面 2a とそれとは反対側に主面 2b とを有している。図 1, 2 に示されるように、解析用プレート 2 の主面 2b には凹部 2c が設けられている。そして、凹部 2c の底面 2ca には hemisphere 型 SIL として機能する球冠状の凸部 2d が形成されており、その凸部 2d の表面は部分球面 2da を成している。この凹部 2c と凸部 2d とは、解析用プレート 2 をその主面 2b から掘り込むことによって一体的に形成されている。従って、SIL として機能する凸部 2d は、半導体基板 1a の凹部 2c が形成されていない主面 2b よりも突出していない。なお、解析用プレート 2 を主面 2b 側から見た平面図を図 4 に示している。

【0018】

試料 1 は、その半導体基板 1a の主面 1ab が解析用プレート 2 側に位置するように解析用プレート 2 の主面 2a 上に載置される。このとき、試料 1 は解析用

プレート 2 と密着してそれに載置される。解析用プレート 2 と試料 1 の半導体基板 1 a とはともにシリコンから成るため、hemisphere 型 S I L として機能する凸部 2 d の部分球面 2 d a の中心 O の位置は、図 2 に示されるように、解析用プレート 2 上に設けられた半導体基板 1 a の主面 1 a a 上に設定される。そして、解析用プレート 2 の厚み T_{plate} 及び半導体基板 1 a の厚み T_{si} は、以下の式を満足するように設定される。ただし、以下の式中の R は凸部 2 d の部分球面 2 d a の半径を示している。

【0019】

【数 1】

$$T_{plate} + T_{si} > R$$

【0020】

S I L 駆動部 1 0 は、ステージ 1 1 と、ステージ 1 1 をその端部で支持するチャック 1 2 と、チャック 1 2 を移動させるチャック駆動部 1 3 とを備えている。図 2 に示されるように、ステージ 1 1 は主面 1 1 a とそれとは反対側に主面 1 1 b とを有しており、光が透過する材料、例えば透明の石英ガラスからなる。そして、ステージ 1 1 の主面 1 1 a 上には、解析用プレート 2 がその主面 2 b をステージ 1 1 側にして載置される。

【0021】

解析用プレート 2 はその主面 2 b を下にしてチャック 1 2 の上面上にも載置される。チャック 1 2 は、ステージ 1 1 と同様に光が透過する材料、例えば透明の石英ガラスからなり、真空吸着によって解析用プレート 2 をステージ 1 1 上に固定する。具体的には、チャック 1 2 の内部にはその上面に向って開口する排気孔 1 2 a が設けられており、かかる排気孔 1 2 a を塞ぐようにして解析用プレート 2 がチャック 1 2 上に載置される。そして、排気孔 1 2 a 内の空気をチャック 1 2 の外側に排気することによって解析用プレート 2 がチャック 1 2 上に真空吸着される。その結果、解析用プレート 2 がステージ 1 1 上に固定される。

【0022】

チャック駆動部 1 3 は、ステージ 1 1 の主面 1 1 a に平行にチャック 1 2 を移

動させることが可能である。更に、チャック駆動部 13 は、ステージ 11 の主面 11a に垂直な方向に沿ってチャック 12 を移動させることが可能である。ステージ 11 はチャック 12 によって支持されているため、チャック 12 を移動させることによって、それと一緒にステージ 11 も移動する。そして、解析用プレート 2 はステージ 11 上に固定されているため、チャック 12 を移動させることによって、解析用プレート 2 もそれと一緒に移動する。従って、チャック駆動部 13 がチャック 12 をステージ 11 の主面 11a に平行に移動させると、解析用プレート 2 がその主面 2a に平行に移動し、チャック 12 をステージ 11 の主面 11a に垂直な方向に沿って移動させると、解析用プレート 2 がその主面 2a に垂直な方向に沿って移動する。

【0023】

このように、解析用プレート 2 は、SIL 駆動部 10 の働きによって、その主面 2a に平行に移動することができ、更に、その主面 2a に垂直な方向に沿って移動することができる。

【0024】

プローバー 40 は、プローブカード 41 と、それに接続されているプローブ針 42 と、プローブ駆動部 43 とを備えており、プローブカード 41 とプローブ針 42 とは解析用プレート 2 上の試料 1 の上方に配置されている。プローブ駆動部 43 は、解析用プレート 2 の主面 2a に平行にプローブカード 41 を移動させることが可能であり、これによりプローブ針 42 も解析用プレート 2 の主面 2a に平行に移動可能である。更に、プローブ駆動部 43 は、解析用プレート 2 の主面 2a に垂直な方向にプローブカード 41 を移動させることが可能であり、これによりプローブ針 42 も解析用プレート 2 の主面 2a に垂直な方向に沿って移動可能である。裏面解析時には、プローブ駆動部 43 がプローブカード 41 を移動させることにより、試料 1 のデバイス形成層 1b に設けられた電極パッド（図示せず）にプローブ針 42 が接触する。

【0025】

テスター 50 は、故障解析時に必要なテストパターンを生成して、それをプローブカード 41 に送る。プローブカード 41 はプローブ針 42 を介して試料 1 に

かかるテストパターンを印加し、所定の電気信号を試料 1 に与える。

【0026】

故障検出部 20 は、対物レンズ等を含む光学系 21a 及び光検出部 21b を有する光学顕微鏡 21 と、表示部 22 とを備えており、光学顕微鏡 21 はステージ 11 の下方に配置される。

【0027】

光学顕微鏡 21 の光検出部 21b は、光子レベルの非常に微弱な光を検出することが可能であって、光電子増倍管や撮像素子などで構成されている。そして、試料 1 のデバイス形成層 1b 内での電流リーク箇所から発生する光 90 が、半導体基板 1a、解析用プレート 2、ステージ 11 及び光学系 21a を通って光検出部 21b に入力される。

【0028】

顕微鏡駆動部 23 は、解析用プレート 2 の主面 2a に平行に光学顕微鏡 21 を移動させることが可能であり、更に、解析用プレート 2 の主面 2a に垂直な方向に沿って光学顕微鏡 21 を移動させることが可能である。

【0029】

試料支持治具 30 は、解析用プレート 2 とは独立して真空吸着によって試料 1 をその上面から支持する。試料支持治具 30 はその内部に排気孔 30a を有しており、その一端が試料 1 によって塞がれるように試料 1 の上面の端部の上に置かれる。そして、排気孔 30a 内の空気を試料支持治具 30 の外部に排気することによって、試料支持治具 30 が試料 1 を真空吸着する。

【0030】

ここで、本実施の形態 1 に係る故障解析装置 100 の構成要素のうち、チャック駆動部 13、表示部 22、顕微鏡駆動部 23、プローブ駆動部 43 及びテスター 50 以外については、一つの筐体（図示せず）内に収められている。そして、試料支持治具 30 は、かかる筐体に取り付けられており、かかる筐体内でのその位置は固定されている。従って、解析用プレート 2 や、プローブ針 42 が移動した場合であっても、試料支持治具 30 は移動せず、それによって支持されている試料 1 も移動しない。

【0031】

なお、チャック駆動部13、顕微鏡駆動部23及びプローブ駆動部43は、同一のXYZ直交座標系に基づいて、チャック12、光学顕微鏡21及びプローブカード41をそれぞれ移動させる。このXYZ直交座標系は、例えば解析用プレート2の主面2aとステージ11の主面11aとに平行なX軸及びY軸と、それらに垂直な方向に沿って延びるZ軸とで定義される。そして、当該XYZ直交座標系におけるX座標、Y座標及びZ座標の値が外部から指定され、チャック駆動部13、顕微鏡駆動部23及びプローブ駆動部43は、その位置に、チャック12、光学顕微鏡21及びプローブカード41をそれぞれ移動させる。以後、当該XYZ直交座標系を「XYZ直交座標系Q」と呼ぶ。

【0032】

次に、本実施の形態1に係る故障解析装置100を用いて、試料1に対して発光解析を行う方法について説明する。

【0033】

まず、上述のようにしてステージ11上に固定された解析用プレート2の上に試料1を載置する。そして、チャック駆動部13によって、ステージ11の主面11aに垂直な方向に沿ってチャック12を移動させて、試料1と試料支持治具30とを接触させる。これにより、試料1の上面上に試料支持治具30が配置されて、試料支持治具30の排気孔30aの一端が試料1によって塞がれる。

【0034】

次に、排気孔30a内の空気をその他端から排気して試料支持治具30に試料1を吸着させる。これにより、試料1は解析用プレート2に密着した状態で試料支持治具30に支持され、試料1の位置が固定される。

【0035】

次に、チャック駆動部13によって、ステージ11の主面11aに平行にチャック12を移動させて、解析用プレート2をその主面2aに平行に移動させる。そして、SILとして機能する凸部2dが、故障解析を行う半導体チップ1cの所定領域の直下にくると、チャック12の移動を停止させる。

【0036】

次に、顕微鏡駆動部 23 によって光学顕微鏡 21 を解析用プレート 2 の主面 2a に平行に移動させて、解析用プレート 2 の凸部 2d の直下に位置するように光学系 21a 及び光検出部 21b を配置する。そして、光学系 21a が解析用プレート 2 の凸部 2d と所定の距離を成すように、顕微鏡駆動部 23 により解析用プレート 2 の主面 2a に垂直な方向に沿って光学顕微鏡 21 を移動させる。

【0037】

次に、プローブ駆動部 43 により、半導体チップ 1c に設けられた電極パッド（図示せず）にプローブ針 42 を接触させる。そして、所定のテストパターンをテスター 50 で生成してプローブカード 41 に送り、プローブカード 41 が当該テストパターンをプローブ針 42 を介して試料 1 に印加する。これにより、試料 1 に所定の電気信号が印加されて試料 1 が動作状態となる。

【0038】

次に、半導体チップ 1c のデバイス形成層 1b 内での電流リーク箇所から発生する光 90 を、解析用プレート 2 の凸部 2d とステージ 11 とを通して光学顕微鏡 21 で検出する。光学顕微鏡 21 では、入力された光 90 が光学系 21a で集光されて、光検出部 21b の電子増倍管で光電子に変換される。そして、かかる光電子は光増倍管で電子増倍されて、再び光に変換され、撮像素子に入力される。撮像素子は光 90 の発光位置及び発光強度を検出データとして表示部 22 に出力する。そして表示部 22 が、光検出部 21b から受け取った検出データをもとに、電流リーク箇所から発生した光 90 の発光位置及び発光強度を発光像としてモニタ（図示せず）に表示する。なおこのとき、表示部 22 では、予めデータとして記憶しておいた試料 1 のパターン像もモニタに表示される。これによって、パターン像と発光像とが重ね合わされて表示される。

【0039】

このようにして、故障検出部 20 ではデバイス形成層 1b 内で発生した故障が光学系 21a を用いて検出される。なお本実施の形態 1 では、図 2 に示されるように、凸部 2d の部分球面 2da の中心 O の位置と、光 90 に対する試料 1 内の焦点位置（aplanatic point）とは同じ位置に設定されている。つまり、本実施の形態 1 では、焦点位置が半導体基板 1a の主面 1aa 上に位置している。そ

して、凸部 2 d は hemisphere 型 S I L として機能するため、図 2 に示されるように、電流リーク箇所から発生した光 9 0 は凸部 2 d の表面で屈折せずに光学系 2 1 a に向って直進する。

【0040】

次に、表示部 2 2 のモニタに表示された発光像及びパターン像をもとに、試料 1 の故障解析を行う。具体的には、モニタに表示されている発光像の位置や、その明るさなどによって、故障箇所の特定や、故障モードの特定などを行う。これによって、試料 1 が有する酸化膜の欠陥や配線の断線などが検出できる。また、電流リークに伴う試料 1 のファンクション故障なども検出できる。

【0041】

半導体チップ 1 c の所定の領域の故障解析が終了すると、プローブ駆動部 4 3 によりプローブカード 4 1 を移動させて、プローブ針 4 2 と試料 1 とが接触しないようにする。そして、解析用プレート 2 をその主面 2 a に平行に移動させて、凸部 2 d を同じ半導体チップ 1 c の別の領域の直下に位置するように配置する。そして、上述の方法にて、かかる領域に対して故障解析を行う。そして、一つの半導体チップ 1 c に対しての故障解析が完了すると、解析用プレート 2 を移動させて、今度は別の半導体チップ 1 c に対して故障解析を行う。

【0042】

このように、本実施の形態 1 に係る故障解析装置 1 0 0 によれば、試料 1 とは別に S I L として機能する凸部 2 d を有する解析用プレート 2 を備えているため、試料 1 のデバイス形成層 1 b 内の解析箇所に対する凸部 2 d の位置を移動させることができる。従って、解析視野を移動させることができ、任意の箇所の故障解析を簡単に行うことができる。

【0043】

更に、S I L として機能する凸部 2 d が解析用プレート 2 の主面 2 b よりも突出していないため、本実施の形態 1 のように、解析用プレート 2 を間に挟んで試料 1 をステージ 1 1 上に安定して搭載できる。

【0044】

また本実施の形態 1 では、試料支持治具 3 0 によって、解析用プレート 2 とは

独立して試料 1 が支持されているため、解析用プレート 2 を移動させた場合であっても試料 1 が移動することがない。従って、SIL として機能する凸部 2 d の解析箇所に対する位置合わせが容易にできる。

【0045】

なお本実施の形態 1 では、解析用プレート 2 に hemisphere 型 SIL として機能する凸部 2 d を設けていたが、その替わりに、図 5 に示されるように、super-sphere 型 SIL として機能する凸部 2 d を設けても良い。この場合には、凸部 2 d の部分球面 2 d a の中心 O は、試料 1 内での焦点位置とは異なった位置に設定される。すなわち、半導体基板 1 a の屈折率を n とすると、凸部 2 d の部分球面 2 d a の中心 O の位置は、半導体基板 1 a の主面 1 a a からその内部に向って厚さ方向に距離 R/n のところに設定され、焦点位置は半導体基板 1 a の主面 1 a a 上に設定される。そして、凸部 2 d は super-sphere 型 SIL として機能するため、図 5 に示されるように、電流リーク箇所から発生した光 90 は凸部 2 d の表面で屈折する。なお、凸部 2 d が super-sphere 型 SIL として機能する場合には、解析用プレート 2 の厚み T_{plate} 及び半導体基板 1 a の厚み T_{si} は、以下の式を満足するように設定される。

【0046】

【数 2】

$$T_{plate} + T_{si} > R(1 + 1/n)$$

【0047】

また本実施の形態 1 では、発光解析を行う故障解析装置 100 について説明したが、OBIC 解析や OBRC H 解析を行う故障解析装置、さらにはレーザーボルテージプローブ解析を行う故障解析装置にも本発明を適用することができる。つまり、解析用プレート 2 の凸部 2 d を通してレーザーを試料 1 に照射することによって OBIC 解析や OBRC H 解析を行うことが可能になるし、解析用プレート 2 の凸部 2 d を通してレーザーを試料 1 に照射し、試料 1 での反射光を凸部

2 dを通して検出することによってレーザーボルテージプローブ解析を行うことが可能になる。以下に、解析用プレート 2 の凸部 2 d を通して試料 1 に光を照射し故障解析を行う装置に本発明を適用する場合の代表例として、OBIC 解析を行う故障解析装置に本発明を適用した場合について説明する。

【0048】

図 6 は本実施の形態 1 の変形例に係る故障解析装置 101 の構成を示す図である。故障解析装置 101 は、試料 1 に対して OBIC 解析を行う故障解析装置であって、図 1 に示される故障解析装置 100 において、故障検出部 20 の替わりに故障検出部 25 を備えるものである。

【0049】

故障検出部 25 は、対物レンズ等を含む光学系 26 a とレーザー光源 26 b とを有する光学顕微鏡 26 と、プローブ針 42 に接続されている電流検出器 27 と、表示部 28 とを備えており、光学顕微鏡 26 はステージ 11 の下方に配置される。そして、顕微鏡駆動部 23 は、解析用プレート 2 の主面 2 a に平行に光学顕微鏡 26 を移動させることが可能であり、更に、解析用プレート 2 の主面 2 a に垂直な方向に沿って光学顕微鏡 26 を移動させることが可能である。その他の構成については図 1 に示される故障解析装置 100 と同じであるためその説明は省略する。

【0050】

次に故障解析装置 101 を用いて、試料 1 に対して OBIC 解析を行う方法について説明する。

【0051】

まず、上述の発光解析のときと同様に、ステージ 11 上に固定された解析用プレート 2 の上に試料 1 を載置し、SIL 駆動部 10 によって解析用プレート 2 を移動して、試料 1 と試料支持治具 30 とを接触させる。そして、試料支持治具 30 によって試料 1 を支持して試料 1 の位置を固定させる。

【0052】

次に、解析用プレート 2 を移動させて、故障解析を行う半導体チップ 1 c の所定領域の直下に位置するように凸部 2 d を配置する。そして、顕微鏡駆動部 23

によって光学顕微鏡 26 を移動させて、凸部 2d の直下に位置するように光学系 26a 及びレーザー光源 26b を配置する。また、光学系 26a が凸部 2d と所定距離を成すように、顕微鏡駆動部 26 により解析用プレート 2 の主面 2a に垂直な方向に沿って光学顕微鏡 21 を移動させる。

【0053】

次に、半導体チップ 1c に設けられた電極パッドにプローブ針 42 を接触させて、テスター 50 で生成したテストパターンをプローブ針 42 を介して試料 1 に印加する。

【0054】

次に、レーザー光源 26b によりレーザー 91 を発生させて、かかるレーザー 91 を光学系 26a に入力する。レーザー 91 は光学系 26a で集光されて、ステージ 11 及び解析用プレート 2 の凸部 2d を通して試料 1 のデバイス形成層 1b に照射される。レーザー 91 が試料 1 に照射されるとデバイス形成層 1b 内で光起電流が発生し、かかる光起電流がプローブ針 42 を介して電流検出器 27 に入力される。電流検出器 27 は、入力された光起電流を増幅して輝度情報に変換して表示部 28 に入力する。表示部 28 は受け取った輝度情報に基づいて OBI C 像をモニタ（図示せず）に表示する。なおこのとき、表示部 28 では、予めデータとして記憶しておいた試料 1 のパターン像もモニタに表示される。これによって、パターン像と OBI C 像とが重ね合わされて表示され、故障検出部 25 でデバイス形成層 1b 内で発生した故障が検出される。

【0055】

このように、発光解析のように凸部 2d を通してデバイス形成層 1b からの光を検出する場合のみならず、OBI C 解析のように凸部 2d を通してデバイス形成層 1b に光を照射する場合であっても、本発明を適用することができる。なお以後、発光解析で扱われるデバイス形成層 1b で発生する光や、レーザーボルテージプローブ解析で扱われるデバイス形成層 1b での反射光などのデバイス形成層 1b からの光と、OBI C 解析、OBRC H 解析及びレーザーボルテージプローブ解析で扱われるデバイス形成層 1b に照射する光とをまとめて「解析光」と呼ぶことがある。

【0056】

実施の形態2.

図7は本発明の実施の形態2に係る故障解析装置200の構成を示す図である。本実施の形態2に係る故障解析装置200は、実施の形態1に係る故障解析装置100において、ステージ11が用いられる代わりに、解析用プレート2が試料1を搭載するステージとして用いられるものであって、更にSIL駆動部10の代わりにSIL駆動部210を備えるものである。図7では、試料1と、解析用プレート2と、試料支持治具30と、プローブカード41と、後述するチャック212とに関しては、それらの断面構造を示している。

【0057】

本実施の形態2に係る解析用プレート2は、SILにより分解能を高める機能を有するだけでなく、試料1を搭載するステージとしても用いられるため、上述の実施の形態1に係る解析用プレート2よりも強度を高めるために厚く形成されている。SIL駆動部210は、解析用プレート2をその端部で支持するチャック212と、チャック212の位置を移動させるチャック駆動部213とを備えている。試料1は解析用プレート2上に載置されるだけでなく、チャック212上にも載置される。

【0058】

チャック駆動部213は、XYZ直交座標系Qに基づいて、解析用プレート2の主面2aに平行に、あるいはその主面2aに垂直な方向にチャック212を移動させることが可能である。これにより、解析用プレート2は、SIL駆動部210の働きによって、その主面2aに平行に移動することができ、更に、その主面2aに垂直な方向に沿って移動することができる。その他の構成については実施の形態1に係る故障解析装置100と同じであるためその説明は省略する。

【0059】

次に、本実施の形態2に係る故障解析装置200を用いて、試料1に対して発光解析を行う方法について説明する。

【0060】

まず、チャック212によって支持された解析用プレート2の主面2a上とチ

チャック 212 上とに試料 1 を載置する。このとき、試料 1 と解析用プレート 2 とを互いに密着させる。そして、チャック駆動部 213 によって、解析用プレート 2 の主面 2a に垂直な方向に沿ってチャック 212 を移動させて、試料 1 と試料支持治具 30 とを接触させる。そして、真空排気により試料支持治具 30 に試料 1 を吸着させる。これにより、試料 1 は解析用プレート 2 に密着した状態で試料支持治具 30 に支持され、試料 1 の位置が固定される。

【0061】

次に、チャック駆動部 213 によってチャック 212 を移動させて、解析用プレート 2 をその主面 2a に平行に移動させる。そして、SIL として機能する凸部 2d が、故障解析を行う半導体チップ 1c の所定領域の直下にくると、チャック 212 の移動を停止させる。その後、実施の形態 1 で説明した解析方法と同様に、顕微鏡駆動部 23 によって光学顕微鏡 21 を所定の位置に移動させて、テスター 50 で生成されたテストパターンを試料 1 に印加する。

【0062】

次に、半導体チップ 1c のデバイス形成層 1b 内での電流リーク箇所から発生する光 90 を、解析用プレート 2 の凸部 2d を通して光学顕微鏡 21 で検出する。そして、光学顕微鏡 21 で検出された結果を表示部 22 が受け取って、表示部 22 はそれをもとに、電流リーク箇所から発生した光 90 の発光位置及び発光強度を発光像としてモニタ（図示せず）に表示する。なおこのとき、表示部 22 では、予めデータとして記憶しておいた試料 1 のパターン像もモニタに表示される。これによって、パターン像と発光像とが重ね合わされて表示され、故障検出部 20 ではデバイス形成層 1b 内で発生した故障が検出される。そして、表示部 22 のモニタに表示された発光像及びパターン像をもとに試料 1 の故障解析を行う。

【0063】

このように本実施の形態 2 に係る故障解析装置 200 では、SIL を有する解析用プレート 2 が試料 1 を搭載するステージとして用いられているため、実施の形態 1 とは異なり、解析用プレート 2 とは別にステージ 11 を設ける必要がない。従って、試料 1 を安定してステージ上に搭載できつつ、故障解析装置 200 の

材料コストを低減することができる。また、ステージ 11 の主面 11 a, 11 b での解析光の反射が生じることがないため、裏面解析時の光の利用効率が向上する。

【0064】

なお、本実施の形態 2 に係る解析用プレート 2 としてはシリコンから成るプレートを採用していたが、例えば透明な石英ガラスから成るプレートを採用してもよい。この場合には、実施の形態 1 で使用した石英ガラス製のステージ 11 の主面 11 b に SIL として機能する凸部を形成し、かかるステージ 11 を本実施の形態 2 に係る解析用プレート 2 の替わりに使用した場合と等価になる。

【0065】

図 8 は本実施の形態 2 に係る解析用プレート 2 が石英ガラスから成る場合の故障解析装置 200 の構成を部分的に拡大して示す図である。なお図 8 では、解析用プレート 2 及び試料 1 については、それらの断面構造を示している。

【0066】

解析用プレート 2 が石英ガラスから成る場合、解析用プレート 2 と試料 1 の半導体基板 1 a とが互いに異なる材料から成るため、デバイス形成層 1 b からの光 90 は、半導体基板 1 a と解析用プレート 2 との界面で屈折する。従って、解析用プレート 2 と半導体基板 1 a とが互いに同一の材料から成る場合と異なり、hemisphere 型 SIL として機能する凸部 2 d の部分球面 2 d a の中心 O の位置を焦点位置とは異なる位置に配置する必要がある。例えば、解析用プレート 2 の厚み T_{plate} が $2000\mu m$ 、半導体基板 1 a の厚み T_{si} が $300\mu m$ 、石英ガラスから成る解析用プレート 2 での屈折率が 1.52、シリコンから成る半導体基板 1 a での屈折率が 3.5 のとき、凸部 2 d の部分球面 2 d a の半径 R は $1675\mu m$ に設定され、その中心 O の位置は半導体基板 1 a の主面 1 a a からその内部に向かって厚さ方向に距離 $185\mu m$ のところに設定される。

【0067】

また、石英ガラスから成る解析用プレート 2 に super-sphere 型 SIL として機能する凸部 2 d を設ける場合も同様に、図 9 に示されるように、デバイス形成層 1 b からの光 90 は、半導体基板 1 a と解析用プレート 2 との界面

で屈折する。従って、解析用プレート 2 と半導体基板 1 a とが互いに同一の材料から成る場合と異なり、super-sphere 型 SIL として機能する凸部 2 d の部分球面 2 d a の中心 O の位置は、半導体基板 1 a の主面 1 a a からその内部に向って厚さ方向に距離 R/n のところには設定されない。

【0068】

例えば、解析用プレート 2 の厚み T_{plate} が $2000\mu m$ 、半導体基板 1 a の厚み T_{si} が $300\mu m$ 、石英ガラスから成る解析用プレート 2 での屈折率が 1.52、シリコンから成る半導体基板 1 a での屈折率が 3.5 のとき、凸部 2 d の部分球面 2 d a の半径 R は $1145\mu m$ に設定され、その中心 O の位置は半導体基板 1 a の主面 1 a a からその内部に向って厚さ方向に距離 $930\mu m$ のところに設定される。なお、この条件において解析用プレート 2 と半導体基板 1 a とがともにシリコンから成る場合には、凸部 2 d の部分球面 2 d a の中心 O の位置は、半導体基板 1 a の主面 1 a a からその内部に向って厚さ方向に距離 $327\mu m$ ($\div 1145\mu m \div 3.5$) のところに設定される。

【0069】

このように解析用プレート 2 が石英ガラスから成る場合には、シリコンから成る場合と比べて解析用プレート 2 での屈折率が小さいため、SIL による分解能の改善効果は低減されるが、石英ガラスはシリコンよりも透過率が高いため、裏面解析時の解析光の利用効率は向上する。

【0070】

実施の形態 3.

図 10 は本発明の実施の形態 3 に係る故障解析装置 300 の構成を示す図であって、図 11 は図 10 に示される構成を部分的に拡大して示す図である。本実施の形態 3 に係る故障解析装置 300 は、上述の実施の形態 1 に係る故障解析装置 100 において、基本的には、解析用プレート 2 の替わりに hemisphere 型の SIL 60 を備え、SIL 駆動部 10 の替わりにステージ 11 と SIL 駆動部 310 とを備えるものである。なお、図 10, 11 では、試料 1 と、SIL 60 と、試料支持治具 30 と、ステージ 11 と、プローブカード 41 と、後述するチャック 312 とに関しては、それらの断面構造を示している。

【0071】

S I L 6 0 は球冠状であり、例えばシリコンから成る。S I L 6 0 の表面は平面部分 6 0 a とそれに連続する部分球面部分 6 0 b とから成る。S I L 6 0 はその部分球面部分 6 0 b をステージ 1 1 の主面 1 1 b 側に向けてステージ 1 1 に埋め込まれており、その平面部分 6 0 a はステージ 1 1 の主面 1 1 a とともに平坦となって当該主面 1 1 a から露出している。

【0072】

試料 1 は、その半導体基板 1 a の主面 1 a b がステージ 1 1 側に位置するようにステージ 1 1 の主面 1 1 a 上と S I L 6 0 の平面部分 6 0 a 上とに載置される。このとき、S I L 6 0 と試料 1 とを互いに密着させる。そして、S I L 6 0 の部分球面部分 6 0 b の中心 O の位置は、図 1 1 に示されるように、ステージ 1 1 上の半導体基板 1 a の主面 1 a a 上に設定される。

【0073】

S I L 駆動部 3 1 0 は、S I L 6 0 が埋め込まれたステージ 1 1 をその端部で支持するチャック 3 1 2 と、チャック 3 1 2 の位置を移動させるチャック駆動部 3 1 3 とを備えている。そして、試料 1 はステージ 1 1 上及び S I L 6 0 上のみならず、チャック 3 1 2 上にも載置される。

【0074】

チャック駆動部 3 1 3 は、X Y Z 直交座標系 Q に基づいて、ステージ 1 1 の主面 1 1 a に平行に、あるいはその主面 1 1 a に垂直な方向にチャック 3 1 2 を移動させることが可能である。これにより、ステージ 1 1 及び S I L 6 0 は、S I L 駆動部 3 1 0 の働きによって、ステージ 1 1 の主面 1 1 a に平行に移動することができ、更にその主面 1 1 a に垂直な方向に沿って移動することができる。なお、本実施の形態 3 に係る試料支持治具 3 0 は、ステージ 1 1 及びチャック 3 1 2 とは独立して真空吸着によって試料 1 をその上面から支持する。その他の構成については実施の形態 1 に係る故障解析装置 1 0 0 と同じであるため、その説明は省略する。

【0075】

次に、本実施の形態 3 に係る故障解析装置 3 0 0 を用いて、試料 1 に対して発

光解析を行う方法について説明する。

【0076】

まず、ステージ11の主面11a、それに埋め込まれたSIL60の平面部分60a及びチャック312の上に試料1を載置する。このとき、試料1とSIL60とは互いに密着させる。そして、チャック駆動部313によって、ステージ11の主面11aに垂直な方向に沿ってチャック312を移動させて、試料1と試料支持治具30とを接触させる。そして、真空排気により試料支持治具30に試料1を吸着させる。これにより、試料1はSIL60に密着した状態で試料支持治具30に支持され、試料1の位置が固定される。

【0077】

次に、チャック駆動部313によってチャック312を移動させて、ステージ11をその主面11aに平行に移動させる。そしてSIL60が、故障解析を行う半導体チップ1cの所定領域の直下にくると、チャック312の移動を停止させる。その後、実施の形態1で説明した解析方法と同様に、顕微鏡駆動部23によって光学顕微鏡21を所定の位置に移動させて、テスター50で生成されたテストパターンを試料1に印加する。

【0078】

次に、半導体チップ1cのデバイス形成層1b内での電流リーク箇所から発生する光90を、SIL60及びステージ11を通して光学顕微鏡21で検出する。そして、光学顕微鏡21で検出された結果を表示部22が受け取って、表示部22はそれをもとに、電流リーク箇所から発生した光90の発光位置及び発光強度を発光像としてモニタ（図示せず）に表示する。なおこのとき、表示部22では、予めデータとして記憶しておいた試料1のパターン像もモニタに表示される。これによって、パターン像と発光像とが重ね合わされて表示され、故障検出部20ではデバイス形成層1b内で発生した故障が検出される。そして、表示部22のモニタに表示された発光像及びパターン像をもとに試料1の故障解析を行う。

【0079】

半導体チップ1cの所定領域の故障解析が終了すると、プローブ駆動部43に

よりプローブカード41を移動させて、プローブ針42と試料1とが接触しないようにする。そして、ステージ11をその主面2aに平行に移動させて、SIL60を同じ半導体チップ1cの別の領域の直下に位置するように配置する。そして、上述の方法にて、かかる領域に対して故障解析を行う。一つの半導体チップ1cに対しての故障解析が完了すると、ステージ11を移動させて、今度は別の半導体チップ1cに対して故障解析を行う。

【0080】

このように本実施の形態3に係る故障解析装置300では、SIL60がステージ11に埋め込まれているため、デバイス形成層1b内の解析箇所に対するSIL60の位置を移動させることができる。従って、解析視野を移動させることができ、任意の箇所の故障解析を簡単に行うことができる。

【0081】

更に、SIL60のステージ11からの露出面、つまりその平面部分60aは、ステージ11の主面11aとともに平坦となっているため、試料1をステージ11上及びSIL60上に安定して搭載できる。

【0082】

また本実施の形態3では、試料支持治具30によって、ステージ11及びSIL60とは独立して試料1が支持されているため、ステージ11を移動させた場合であっても試料1が移動することがない。従って、解析箇所に対するSIL60の位置合わせが容易にできる。

【0083】

また本実施の形態3では、ステージ11が石英ガラスから成るため、SIL60がステージ11に埋め込まれていても、SIL60での解析視野の探索が効率的に行える。

【0084】

なお、SIL60はhemisphere型のSILであったが、SIL60に図12に示されるようなsuper-sphere型のSILを採用してもよい。この場合には、SIL60の部分球面部分60bの中心Oの位置は、その半径をRとすると、ステージ11上の半導体基板1aの主面1aaからその内部に

向って厚さ方向に距離 R/n のところに設定され、焦点位置は半導体基板 1a の主面 1aa 上に設定される。

【0085】

また、図 10 に示されるステージ 11 の主面 11b は平面状であったが、図 13 に示されるように、その一部を凸面状に加工することによって、凸レンズとして機能する凸部 11c を、ステージ 11 の厚み方向に SIL60 と並べて、ステージ 11 の主面 11b に設けても良い。

【0086】

この場合には、凸部 11c、ステージ 11 及び SIL60 を通してデバイス形成層 1b に対して光の照射を行ったり、あるいは SIL60、ステージ 11 及び凸部 11c を通してデバイス形成層 1b からの光の検出を行うことによって、裏面解析を行う。

【0087】

このようにステージ 11 の主面 11b に凸レンズとして機能する凸部 11c を設けることによって、より大きな集光半角 θ を得ることができ、より大きな分解能の改善効果が得られる。

【0088】

実施の形態 4.

図 14 は本発明の実施の形態 4 に係る解析用プレート 2 をその主面 2b 側から見た場合の平面図を示している。図 14 に示されるように、本実施の形態 4 に係る解析用プレート 2 では、その主面 2b に複数の凹部 2c が設けられており、各凹部 2c の底面 2ca 上には SIL として機能する凸部 2d が設けられている。そして、凹部 2c 及び凸部 2d は試料 1 の半導体チップ 1c ごとに設けられており、かつ半導体チップ 1c の配置に対応した位置に設けられている。従って、解析用プレート 2 の主面 2a 上に試料 1 を載置した場合には、試料 1 の各半導体チップ 1c の下方には凹部 2c 及び凸部 2d が位置している。

【0089】

このように本実施の形態 4 に係る解析用プレート 2 では、複数の凹部 2c 及び凸部 2d が設けられているため、上述の実施の形態 1, 2 に係る解析用プレート

2 の替わりに本実施の形態 4 に係る解析用プレート 2 を使用することによって、解析対象の半導体チップ 1 c の直下に凸部 2 d を移動させる際の試料 1 と凸部 2 d との間の相対的な移動距離を縮めることができる。その結果、故障解析の効率化が図れる。

【0 0 9 0】

また、本実施の形態 4 に係る解析用プレート 2 では、凹部 2 c 及び凸部 2 d が試料 1 の半導体チップ 1 c ごとに設けられており、かつ半導体チップ 1 c の配置に対応した位置に設けられているため、実施の形態 1, 2 に係る解析用プレート 2 の替わりに本実施の形態 4 に係る解析用プレート 2 を使用することによって、試料 1 と凸部 2 d との間の相対的な移動距離を 1 チップのエリア内に抑えることができ、更に解析の効率化が図れる。

【0 0 9 1】

なお本実施の形態 4 では、実施の形態 1, 2 に係る解析用プレート 2 に複数の凸部 2 d を設ける場合について説明したが、実施の形態 3 に係るステージ 1 1 に複数の S I L 6 0 を埋め込んでも良い。図 1 5 は、複数の S I L 6 0 が埋め込まれたステージ 1 1 をその主面 1 1 a 側から見た場合の平面図を示している。図 1 5 に示されるように、ステージ 1 1 に埋め込まれている S I L 6 0 は半導体チップ 1 c ごとに設けられており、かつ半導体チップ 1 c の配置に対応した位置に設けられている。

【0 0 9 2】

このような、複数の S I L 6 0 が埋め込まれたステージ 1 1 を、上述の実施の形態 3 に係るステージ 1 1 の替わりに使用することによって、解析対象の半導体チップ 1 c の直下に S I L 6 0 を移動させる際の試料 1 と S I L 6 0 との間の相対的な移動距離を縮めることができる。その結果、故障解析の効率化が図れる。

【0 0 9 3】

また、S I L 6 0 が試料 1 の半導体チップ 1 c ごとに設けられており、かつ半導体チップ 1 c の配置に対応した位置に設けられているステージ 1 1 を、上述の実施の形態 3 に係るステージ 1 1 の替わりに使用することによって、試料 1 と S I L 6 0 との間の相対的な移動距離を 1 チップのエリア内に抑えることができ、

更に解析の効率化が図れる。

【0094】

実施の形態5.

図16, 17は本発明の実施の形態5に係る故障解析装置の構成を部分的に拡大して示す図である。本実施の形態5に係る故障解析装置は、上述の実施の形態1に係る故障解析装置100において、解析用プレート2の主面2bに複数の凹部2cを設け、そして各凹部2cの底面2caに凸部2dを設け、更に凸部2dの部分球面2daの半径を互いに異ならせたものである。図16, 17では、試料1、解析用プレート2及びステージ11に関しては、それらの断面構造を示している。

【0095】

図16に示されるように、例えば半径R1の部分球面2daを有する凸部2dと、半径R1よりも小さい半径R2の部分球面2daを有する凸部2dとを解析用プレート2の凹部2cの底面2caにそれぞれ設ける。

【0096】

上述のように、凸部2dがhemisphere型SILとして機能する場合、試料1内における焦点位置は凸部2dの部分球面2daの中心Oの位置に一致する。また、凸部2dがsuper-sphere型SILとして機能する場合、焦点位置は凸部2dの部分球面2daの中心Oから距離R/nだけ離れたところになる。そのため、半径R1の部分球面2daを有する凸部2dを利用して解析を行った場合と、半径R2の部分球面2daを有する凸部2dを利用して解析を行った場合とでは、焦点位置が互いに異なるようになる。

【0097】

従って、図16に示されるように、半径R1の部分球面2daを有する凸部2dを利用して、半導体基板1aの厚みが大きい試料1の故障解析を行うことができ、図17に示されるように、半径R2の部分球面2daを有する凸部2dを利用して、半導体基板1aの厚みが小さい試料1の故障解析を行うことができる。

【0098】

このように、本実施の形態5に係る故障解析装置では、部分球面2daの半径

Rが互いに異なる複数の凸部2dを解析用プレート2に設けているため、一つの解析用プレート2でもって、互いに厚みの異なる複数の試料1を解析することができる。従って解析効率が向上する。

【0099】

なお本実施の形態5では、実施の形態1に係る解析用プレート2に、部分球面2daの半径Rが互いに異なる複数の凸部2dを設けていたが、実施の形態2に係る解析用プレート2に、部分球面2daの半径Rが互いに異なる複数の凸部2dを設けてもよい。この場合にも上述の効果が得られる。

【0100】

また、図18に示されるように、実施の形態3に係るステージ11に部分球面部分60bの半径Rが互いに異なる複数のSIL60を埋め込んでも良い。この場合には、一つのステージ11でもって、互いに厚みの異なる複数の試料1を解析することができるようになり、解析効率が向上する。

【0101】

実施の形態6.

図19は本発明の実施の形態6に係る故障解析装置600の構成を示す図である。本実施の形態6に係る故障解析装置600は、上述の実施の形態1に係る故障解析装置100において、SIL駆動部10及び顕微鏡駆動部23の替わりに、SIL駆動部610及び顕微鏡駆動部623をそれぞれ備えるものである。

【0102】

図19に示されるように、SIL駆動部610は、実施の形態1に係るステージ11及びチャック12と、チャック駆動部613とを備えている。チャック駆動部613は、実施の形態1に係るチャック駆動部13が有する機能に加えて、チャック12の移動情報mvを顕微鏡駆動部623に通知する機能を備えている。

【0103】

実施の形態1で説明したように、解析視野を移動させる際には、ステージ11の主面11aに平行にチャック12を移動させるが、チャック駆動部613はその際のチャック12の移動情報mvを顕微鏡駆動部623に通知する。上述のよ

うに解析用プレート 2 はステージ 1 1 上に固定されており、更にステージ 1 1 がチャック 1 2 によって支持されているため、チャック駆動部 6 1 3 が通知する移動情報 m v は、解析用プレート 2 の移動情報でもある。なお移動情報 m v は、例えば、上述の X Y Z 直交座標系 Q における X 座標の値と Y 座標の値とを含んでいる。

【0104】

顕微鏡駆動部 6 2 3 は受け取った移動情報 m v に基づいて光学顕微鏡 2 1 を解析用プレート 2 の主面 2 a に平行に移動させて、光学系 2 1 a が凸部 2 d の直下に位置するようにする。

【0105】

このように本実施の形態 6 に係る故障解析装置 6 0 0 では、チャック駆動部 6 1 3 が顕微鏡駆動部 6 2 3 に解析用プレート 2 の移動情報をも示す移動情報 m v を通知し、顕微鏡駆動部 6 2 3 は受け取った移動情報 m v に基づいて光学顕微鏡 2 1 を移動させる。従って、解析用プレート 2 の移動に連動して自動的に光学系 2 1 a 及び光検出部 2 1 b を適切な位置に移動させることができる。その結果、視野移動の効率化が図れ、解析時間が短縮する。

【0106】

なお本実施の形態 6 では、実施の形態 1 に係るチャック駆動部 1 3 に、チャック 1 2 の移動情報 m v を顕微鏡駆動部 2 3 に通知する機能を付加し、顕微鏡駆動部 2 3 に、受け取った移動情報 m v に基づいて光学顕微鏡 2 1 を移動させる機能を付加したが、実施の形態 5 に係るチャック駆動部 1 3 及び顕微鏡駆動部 2 3 に同様の機能を付加してもよい。また、実施の形態 2 に係るチャック駆動部 2 1 3 に、チャック 2 1 2 の移動情報 m v を顕微鏡駆動部 2 3 に通知する機能を付加し、その顕微鏡駆動部 2 3 に、受け取った移動情報 m v に基づいて光学顕微鏡 2 1 を移動させる機能を付加しても良い。これらの場合にも上述の効果が得られる。

【0107】

また、実施の形態 3 に係るチャック駆動部 3 1 3 に、チャック 3 1 2 の移動情報 m v を顕微鏡駆動部 2 3 に通知する機能を付加し、その顕微鏡駆動部 2 3 に、受け取った移動情報 m v に基づいて光学顕微鏡 2 1 を移動させる機能を付加して

も良い。この場合には、S I L 6 0 の移動に連動して自動的に光学系 2 1 a 及び光検出部 2 1 b を適切な位置に移動させることができる。その結果、視野移動の効率化が図れ、解析時間が短縮する。

【0 1 0 8】

また、図 1 4 に示される実施の形態 4 に係る解析用プレート 2 を、図 1 9 に示される解析用プレート 2 の替わりに使用することによって、実施の形態 4 で説明した効果も得られる。

【0 1 0 9】

実施の形態 7.

図 2 0 は本発明の実施の形態 7 に係る故障解析装置 7 0 0 の構成を示す図である。本実施の形態 7 に係る故障解析装置 7 0 0 は、上述の実施の形態 1 に係る故障解析装置 1 0 0 において、プローバー 4 0 の替わりに、試料支持治具 3 0 を有するプローバー 7 4 0 を備えるものである。

【0 1 1 0】

プローバー 7 4 0 は、実施の形態 1 に係るプローブカード 4 1 及びプローブ針 4 2 と、プローブ・試料駆動部 7 4 5 とを備えている。プローブ・試料駆動部 7 4 5 は、支持機構駆動部 7 4 3 と、支持機構 7 4 4 と、実施の形態 1 に係る試料支持治具 3 0 とを備えている。

【0 1 1 1】

上述の実施の形態 1 では、試料支持治具 3 0 はステージ 1 1 等が収納される筐体に取り付けられていたが、本実施の形態 7 では、支持機構 7 4 4 に取り付けられている。また、支持機構 7 4 4 にはプローブカード 4 1 も取り付けられている。

【0 1 1 2】

支持機構駆動部 7 4 3 は、X Y Z 直交座標系 Q に基づいて、支持機構 7 4 4 を解析用プレート 2 の主面 2 a に平行に、あるいはその主面 2 a に垂直な方向に移動させることができる。

【0 1 1 3】

ここで、上述のように支持機構 7 4 4 には試料支持治具 3 0 及びプローブカー

ド 4 1 が取り付けられている。更に、試料 1 は試料支持治具 3 0 によって支持され、プローブカード 4 1 にはプローブ針 4 2 が取り付けられている。従って、試料支持治具 3 0 が試料 1 を支持した状態で支持機構 7 4 4 を移動させると、プローブ針 4 2 及び試料 1 がそれらの間の位置関係を保持しつつ移動する。

【0114】

このように、プローブ・試料駆動部 7 4 5 の働きによって、試料 1 及びプローブ針 4 2 をそれらの間の位置関係を保持しつつ解析用プレート 2 の主面 2 a に平行に移動させることができ、更にその主面 2 a に垂直な方向に沿って移動させることができる。その他の構成については実施の形態 1 に係る故障解析装置 1 0 0 と同じであるためその説明は省略する。

【0115】

次に、本実施の形態 7 に係る故障解析装置 7 0 0 を用いて、試料 1 に対して発光解析を行う方法について説明する。

【0116】

まず、実施の形態 1 で説明したように、ステージ 1 1 上に固定された解析用プレート 2 の上に試料 1 を載置する。そして、チャック駆動部 1 3 によって、ステージ 1 1 の主面 1 1 a に垂直な方向に沿ってチャック 1 2 を移動させて、試料 1 と試料支持治具 3 0 とを接触させて、真空吸着により試料支持治具 3 0 に試料 1 を吸着させる。このとき、プローブ針 4 2 が試料 1 のデバイス形成層 1 b に設けられた電極パッドに接触する。

【0117】

次に、試料 1 と解析用プレート 2 とが互いに密着した状態で、支持機構駆動部 7 4 3 によって支持機構 7 4 4 を解析用プレート 2 の主面 2 a に平行に移動させて、解析対象の半導体チップ 1 c の所定領域が凸部 2 d の上方に位置するようにする。このとき試料 1 とプローブ針 4 2 とは、それらの間の位置関係が保持されたまま移動する。そして、顕微鏡駆動部 2 3 により光学顕微鏡 2 1 を所定の位置に移動させて、テスター 5 0 で生成されたテストパターンをプローブ針 4 2 を介して試料 1 に印加する。

【0118】

次に、半導体チップ 1 c のデバイス形成層 1 b 内での電流リーク箇所から発生する光 90 を、解析用プレート 2 の凸部 2 d とステージ 11 とを通して光学顕微鏡 21 で検出し、故障解析を行う。

【0119】

半導体チップ 1 c の所定領域の故障解析が終了すると、支持機構駆動部 743 により、解析用プレート 2 の主面 2 a に平行に支持機構 744 を移動させて、同じ半導体チップ 1 c の別の領域の下方に凸部 2 d が位置するように、試料 1 を移動させる。このとき、試料 1 との間の位置関係が保持されたままプローブ針 42 も同時に移動する。そして、上述の方法にて、かかる領域に対して故障解析を行う。

【0120】

このように本実施の形態 7 に係る故障解析装置 700 では、プローブ針 42 及び試料 1 をそれらの間の位置関係を保持したまま移動させることができるため、解析視野を移動させる際に解析用プレート 2 及び光学系 21 a を移動させる必要がない。従って解析の効率化が図れる。

【0121】

なお本実施の形態 7 では、実施の形態 1 に係るプローバー 40 の代わりに、試料支持治具 30 を有するプローバー 740 を用いる場合について説明したが、実施の形態 2, 3, 5 に係るプローバー 40 の代わりに、試料支持治具 30 を有するプローバー 740 を用いても良い。この場合にも上述の効果が得られる。

【0122】

また、図 14 に示される実施の形態 4 に係る解析用プレート 2 を、図 20 に示される解析用プレート 2 の代わりに使用することによって、実施の形態 4 で説明した効果も得られる。

【0123】

【発明の効果】

この発明の第 1 の故障解析装置によれば、試料とは別に、固浸レンズとして機能する凸部を有する解析用プレートを備えているため、デバイス形成層内の故障箇所に対する凸部の位置を移動させることができる。従って、解析視野を移動さ

せることができ、任意の箇所の故障解析を簡単に行うことができる。

【0124】

更に、固浸レンズとして機能する凸部が解析用プレートの第2の主面よりも突出していないため、解析用プレートを間に挟んで試料をステージ上に安定して搭載できる。

【0125】

また、この発明の第2の故障解析装置によれば、固浸レンズがステージに埋め込まれているため、デバイス形成層に対する当該固浸レンズの位置を移動させることができる。従って、解析視野を移動させることができ、任意の箇所の故障解析を簡単に行うことができる。

【0126】

更に、固浸レンズのステージからの露出面は、ステージの第1の主面とともに平坦となっているため、試料をステージ上及び固浸レンズ上に安定して搭載できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態1に係る故障解析装置の構成を示す図である。
。

【図2】 本発明の実施の形態1に係る故障解析装置の構成を示す図である。
。

【図3】 解析対象である試料1を示す平面図である。

【図4】 本発明の実施の形態1に係る解析用プレートを示す平面図である。
。

【図5】 本発明の実施の形態1に係る故障解析装置の構成を示す図である。
。

【図6】 本発明の実施の形態1に係る故障解析装置の変形例の構成を示す図である。

【図7】 本発明の実施の形態2に係る故障解析装置の構成を示す図である。
。

【図8】 本発明の実施の形態2に係る故障解析装置の構成を示す図である

。

【図 9】 本発明の実施の形態 2 に係る故障解析装置の構成を示す図である

。

【図 10】 本発明の実施の形態 3 に係る故障解析装置の構成を示す図である。

【図 11】 本発明の実施の形態 3 に係る故障解析装置の構成を示す図である。

【図 12】 本発明の実施の形態 3 に係る故障解析装置の構成を示す図である。

【図 13】 本発明の実施の形態 3 に係る故障解析装置の構成を示す図である。

【図 14】 本発明の実施の形態 4 に係る解析用プレートを示す平面図である。

【図 15】 本発明の実施の形態 4 に係るステージを示す平面図である。

【図 16】 本発明の実施の形態 5 に係る故障解析装置の構成を示す図である。

【図 17】 本発明の実施の形態 5 に係る故障解析装置の構成を示す図である。

【図 18】 本発明の実施の形態 5 に係る故障解析装置の構成を示す図である。

【図 19】 本発明の実施の形態 6 に係る故障解析装置の構成を示す図である。

【図 20】 本発明の実施の形態 7 に係る故障解析装置の構成を示す図である。

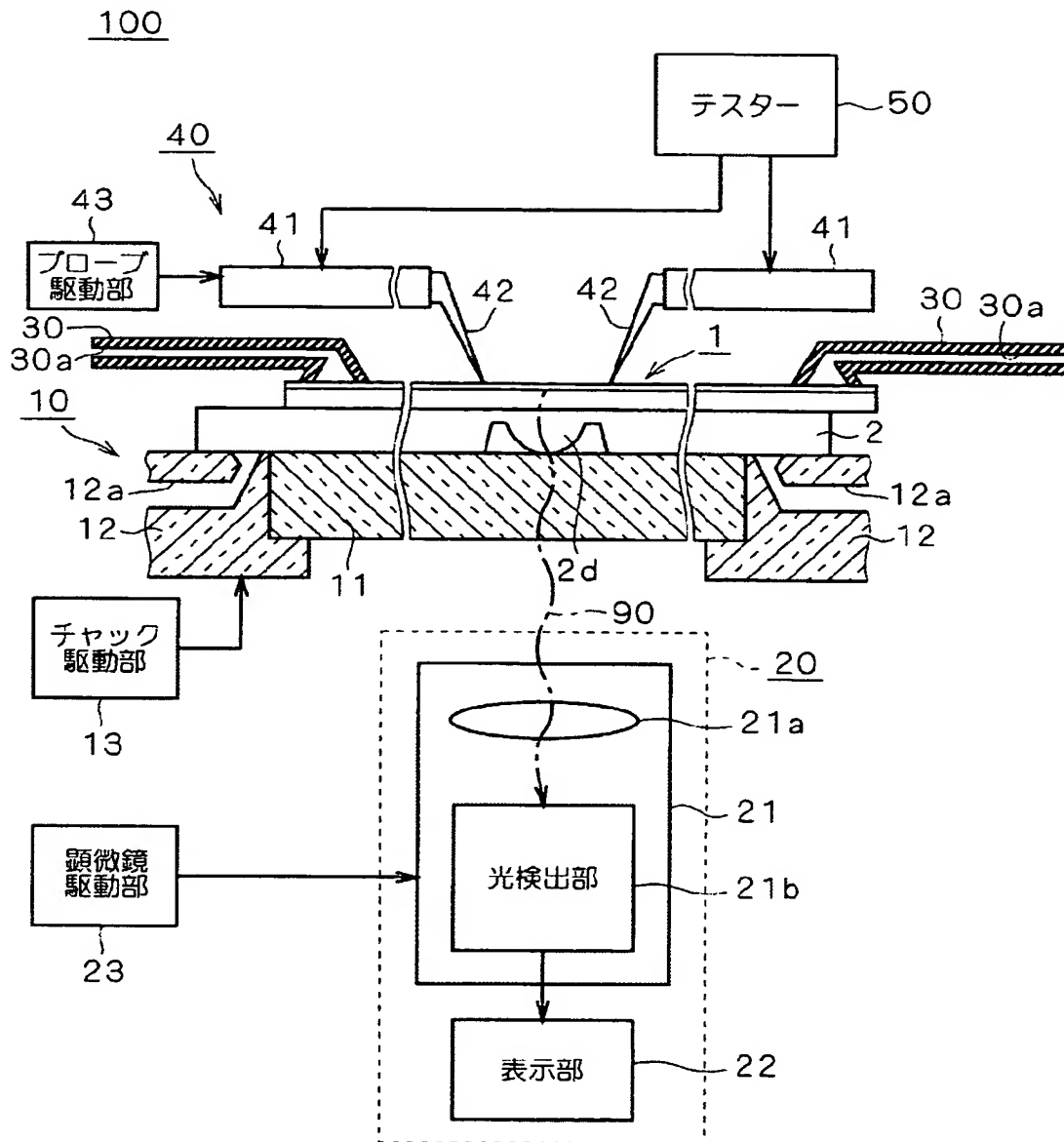
【符号の説明】

1 試料、1 a 半導体基板、1 a a, 1 a b, 2 a, 2 b, 11 a, 11 b
主面、1 b デバイス形成層、1 c 半導体チップ、2 解析用プレート、2
c 凹部、2 c a 底面、2 d 凸部、2 d a 部分球面、10, 210, 31
0, 610 SIL 駆動部、11 ステージ、11 c 凸部、20, 25 故障

検出部、2 1 a, 2 6 a 光学系、3 0 試料支持治具、4 0, 7 4 0 プローバー、4 2 プローブ針、6 0 固浸レンズ、6 0 a 平面部分、6 0 b 部分球面部分、9 0 光、9 1 レーザー、1 0 0, 1 0 1, 2 0 0, 3 0 0, 6 0 0, 7 0 0 故障解析装置、7 4 5 プローブ・試料駆動部。

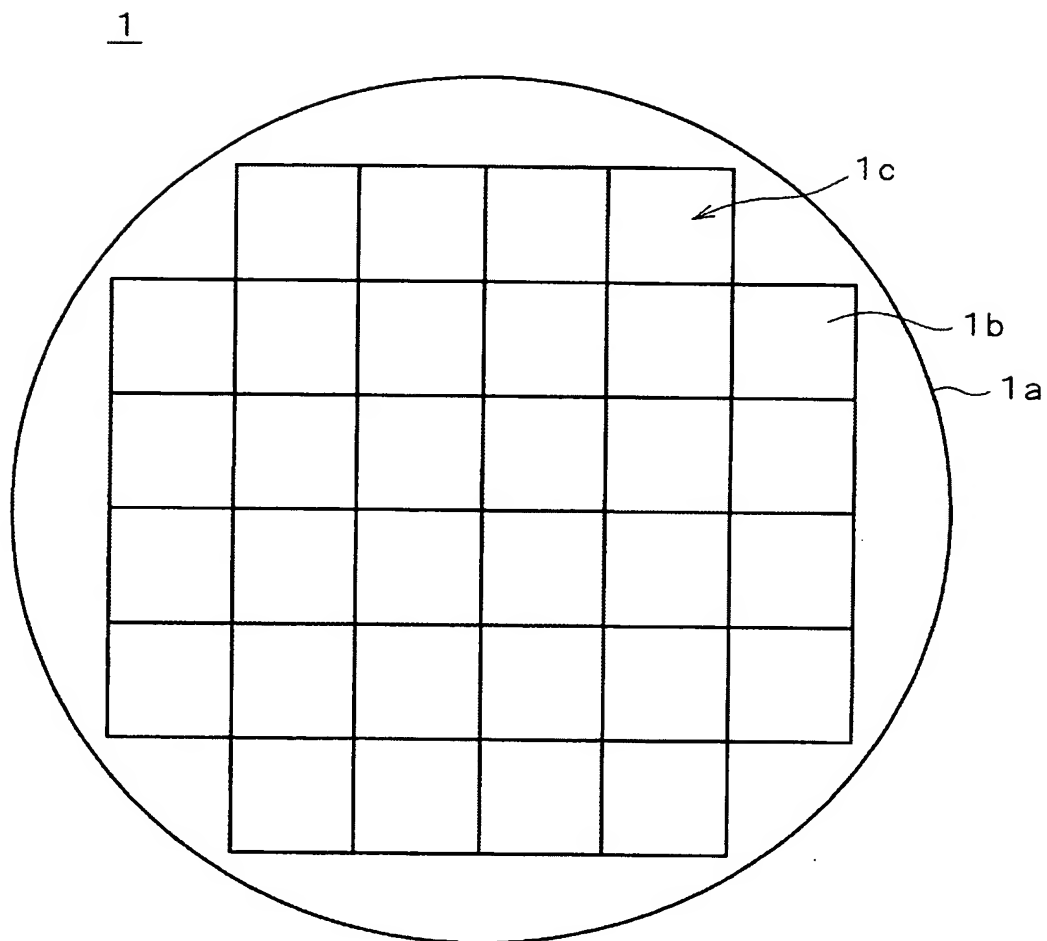
【書類名】 図面

【図 1】

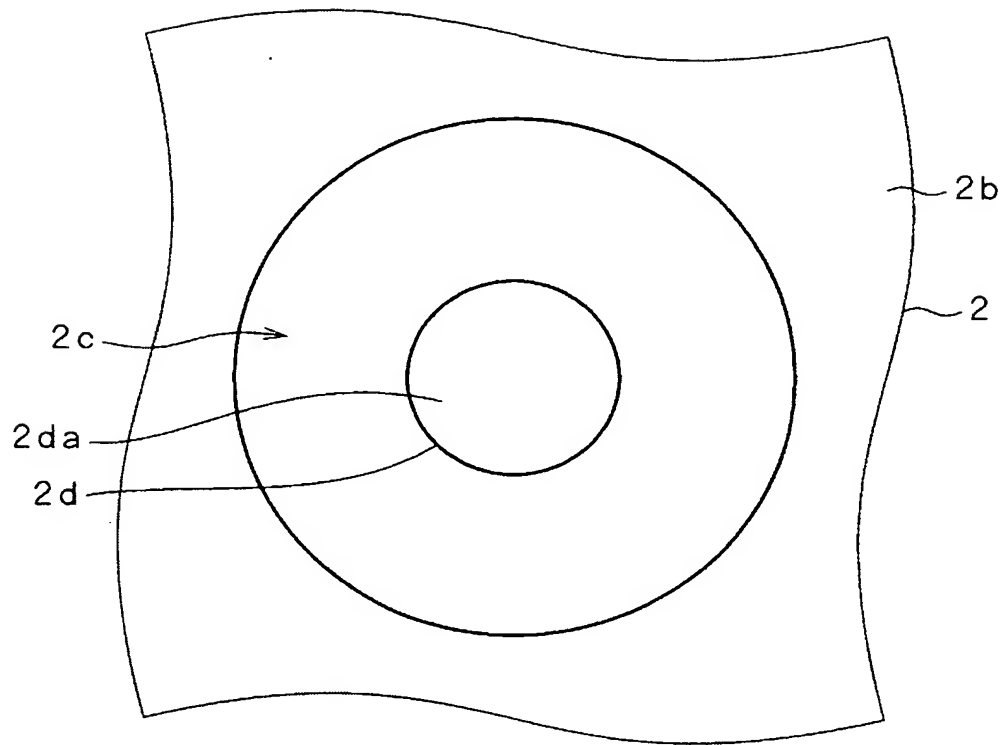


- | | |
|--------------|--------------|
| 1 : 試料 | 30 : 試料支持治具 |
| 2 : 解析用プレート | 40 : プローバー |
| 2d : 凸部 | 42 : プローブ針 |
| 10 : SIL 駆動部 | 90 : 光 |
| 11 : ステージ | 100 : 故障解析装置 |
| 20 : 故障検出部 | |
| 21a : 光学系 | |

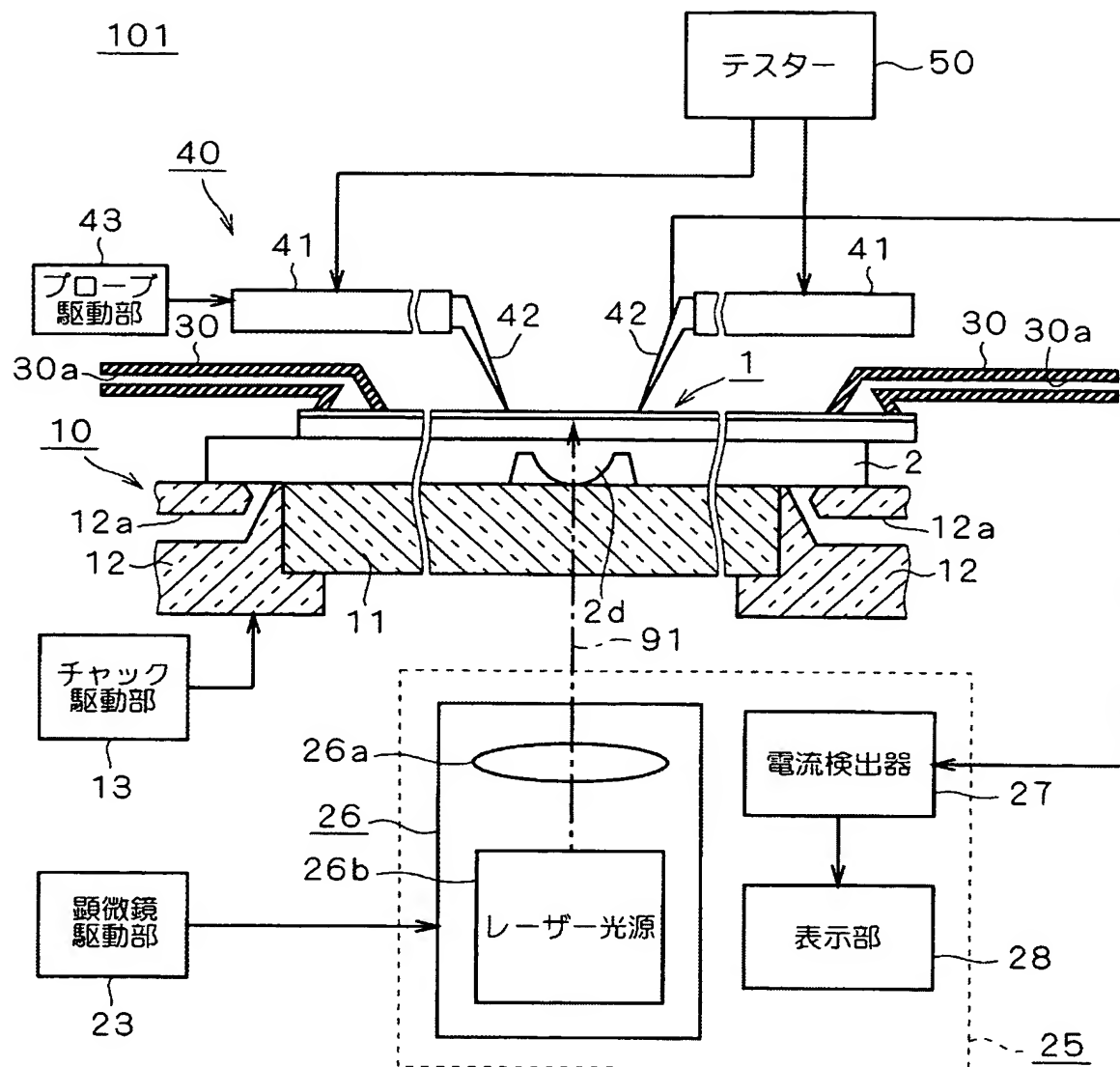
【図 3】



【図 4】

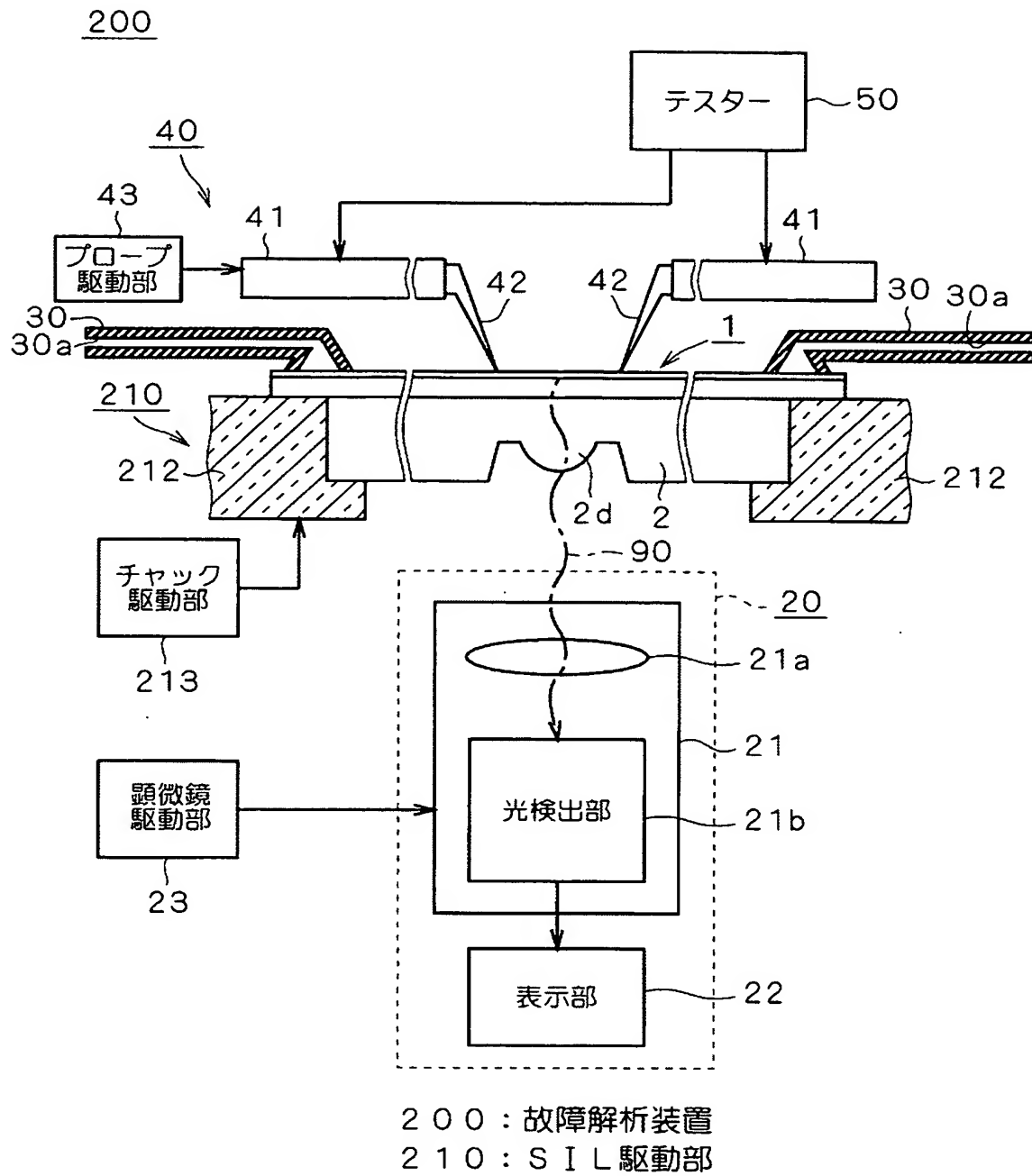


【図 6】

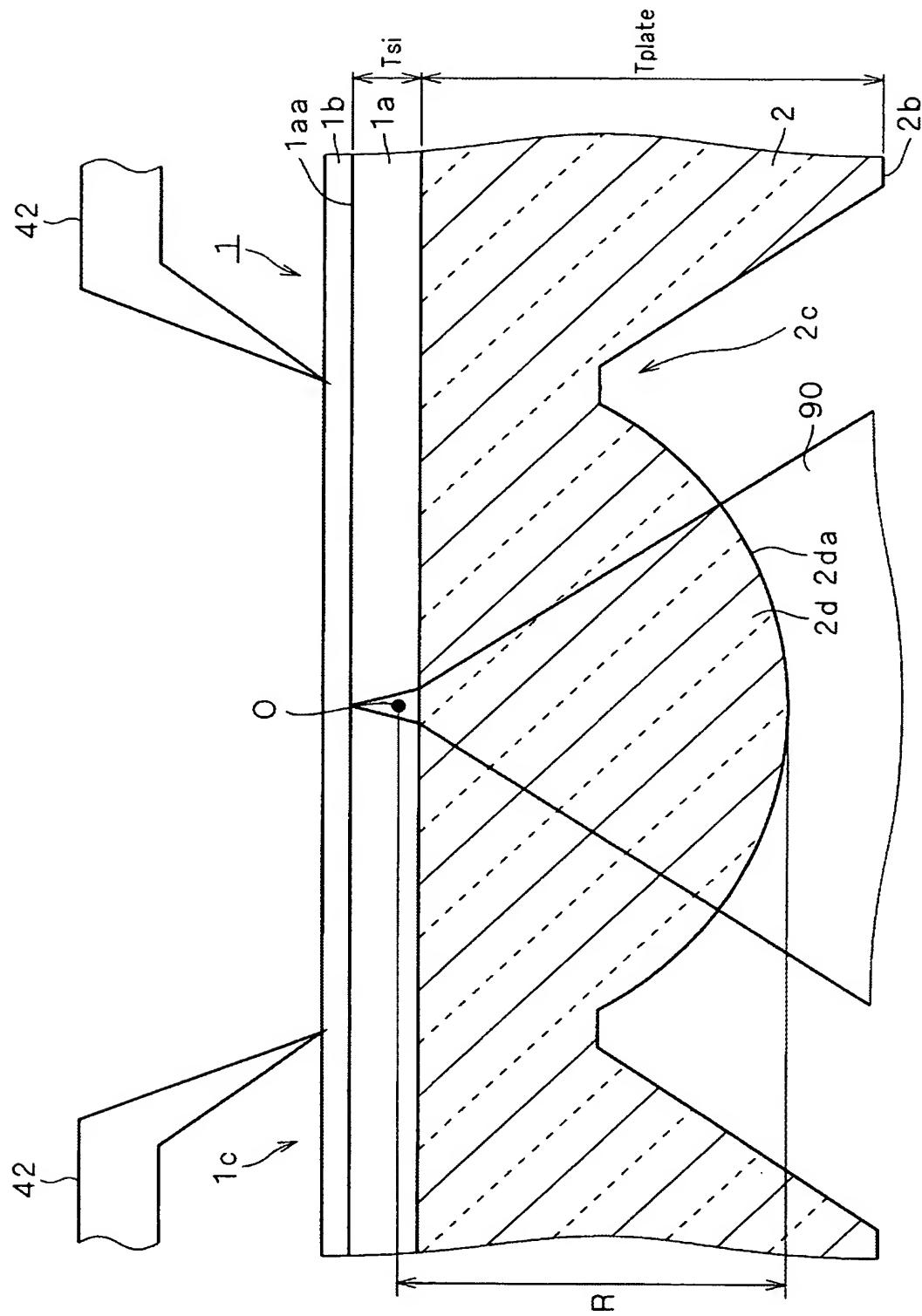


25 : 故障検出部
26a : 光学系
91 : レーザー
101 : 故障解析装置

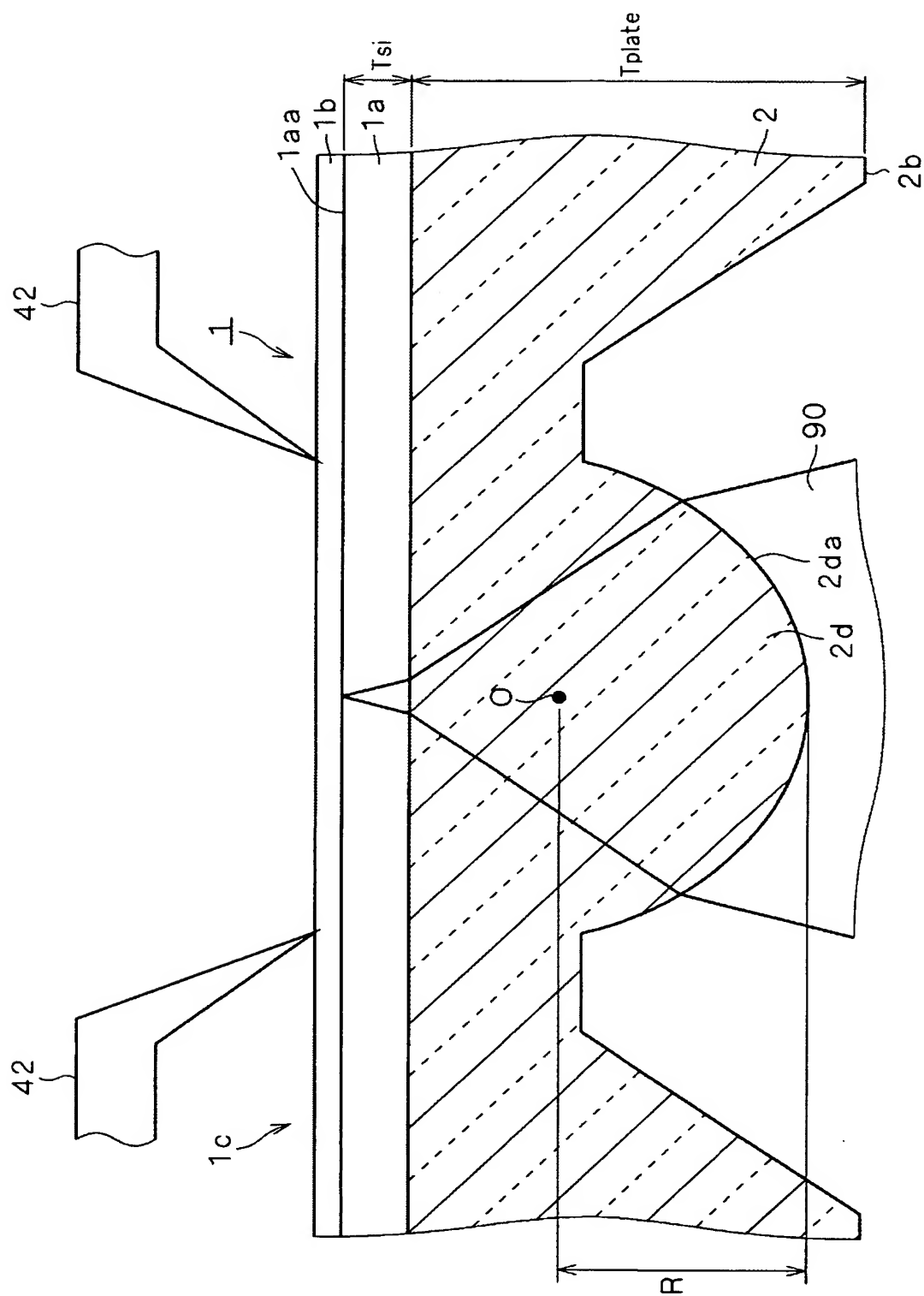
【図 7】



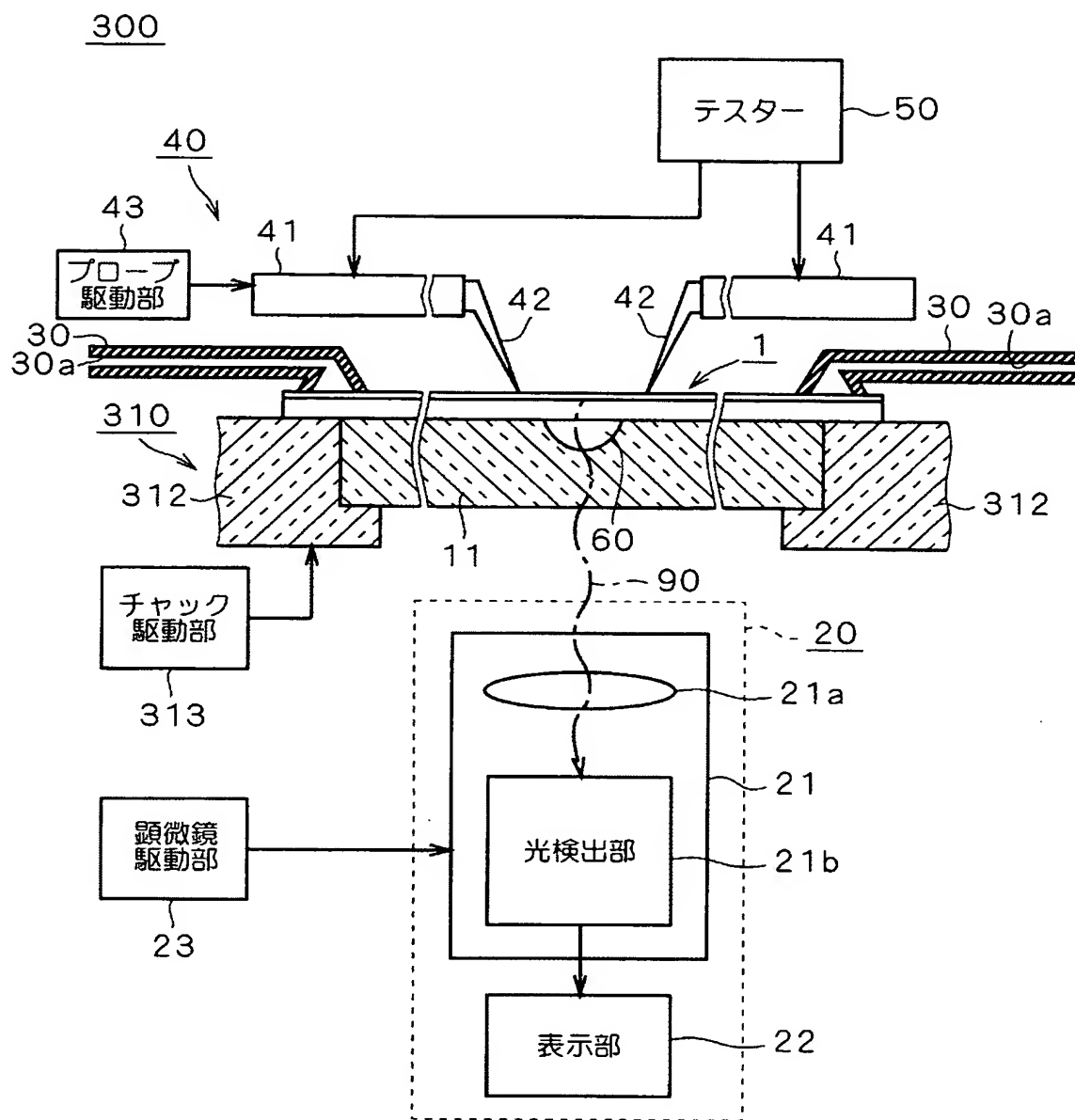
【図 8】



【図 9】

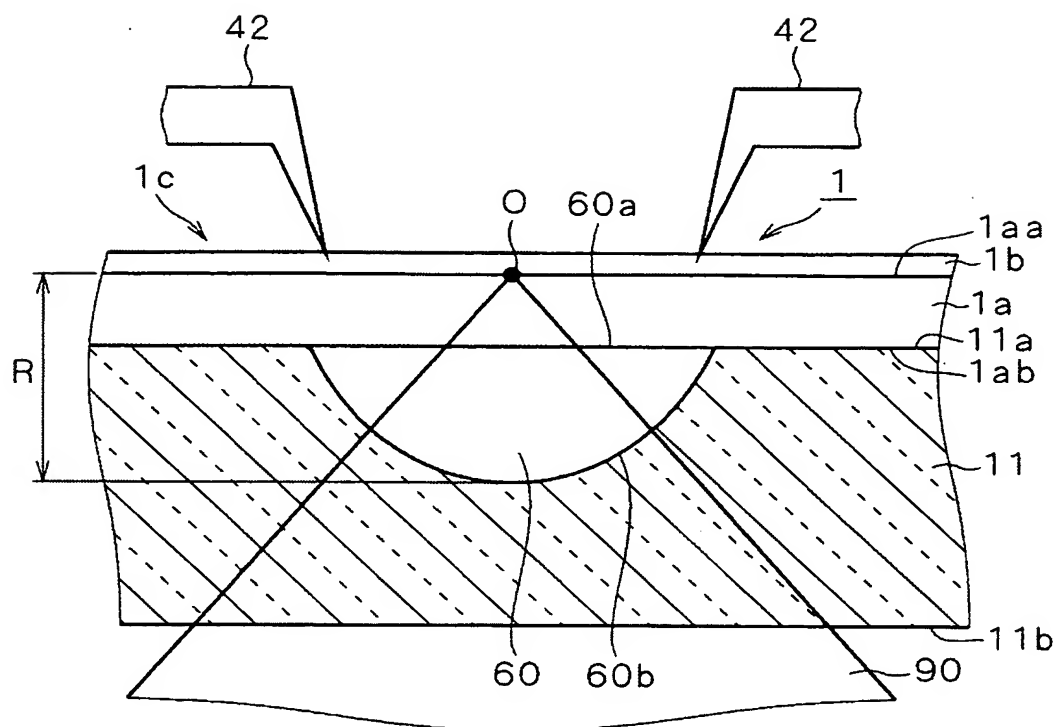


【図 10】



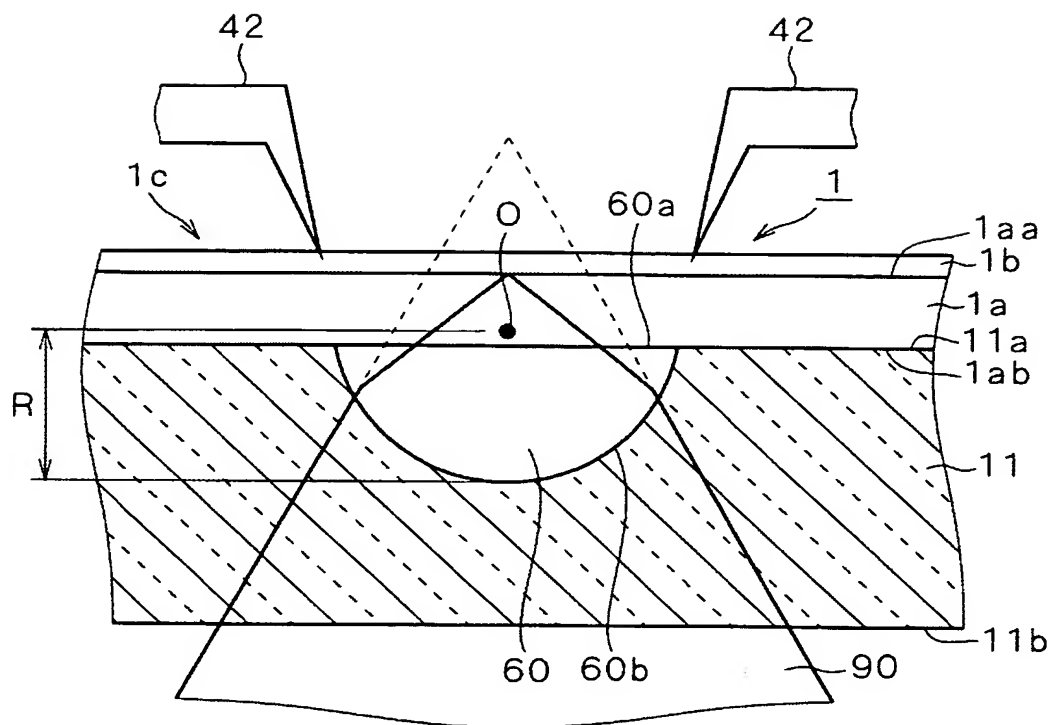
60 : 固浸レンズ
300 : 故障解析装置
310 : SIL 駆動部

【図 11】

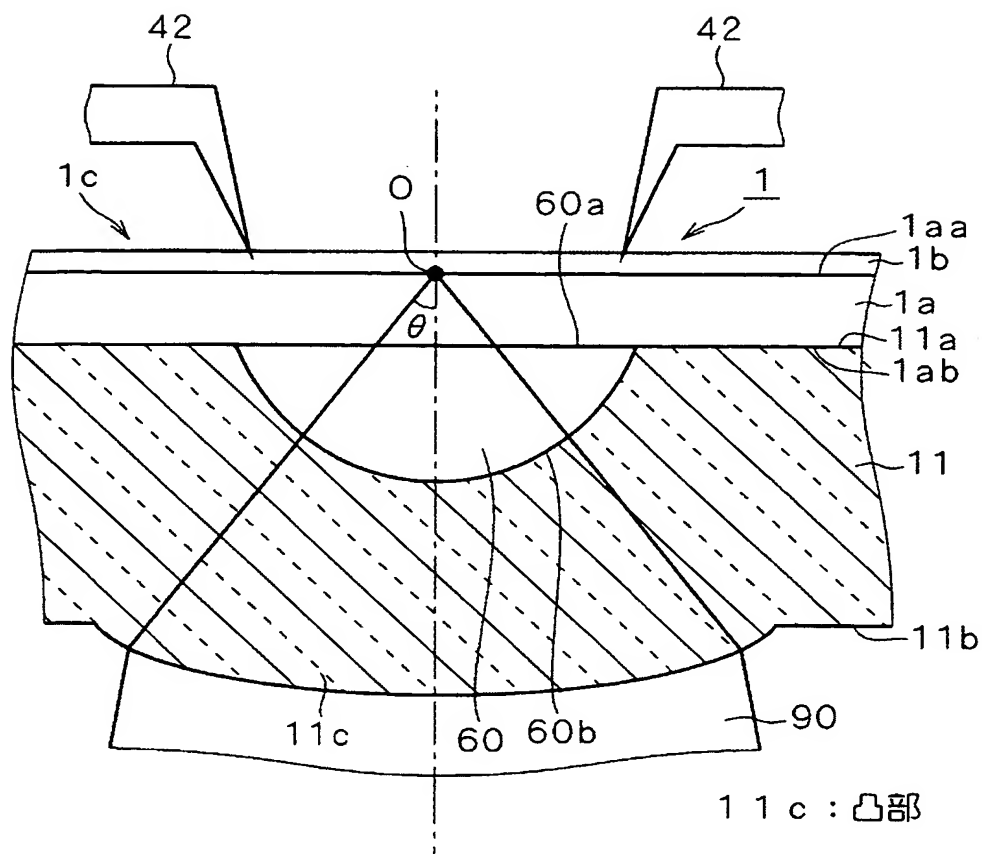


60a : 平面部分
60b : 部分球面部分

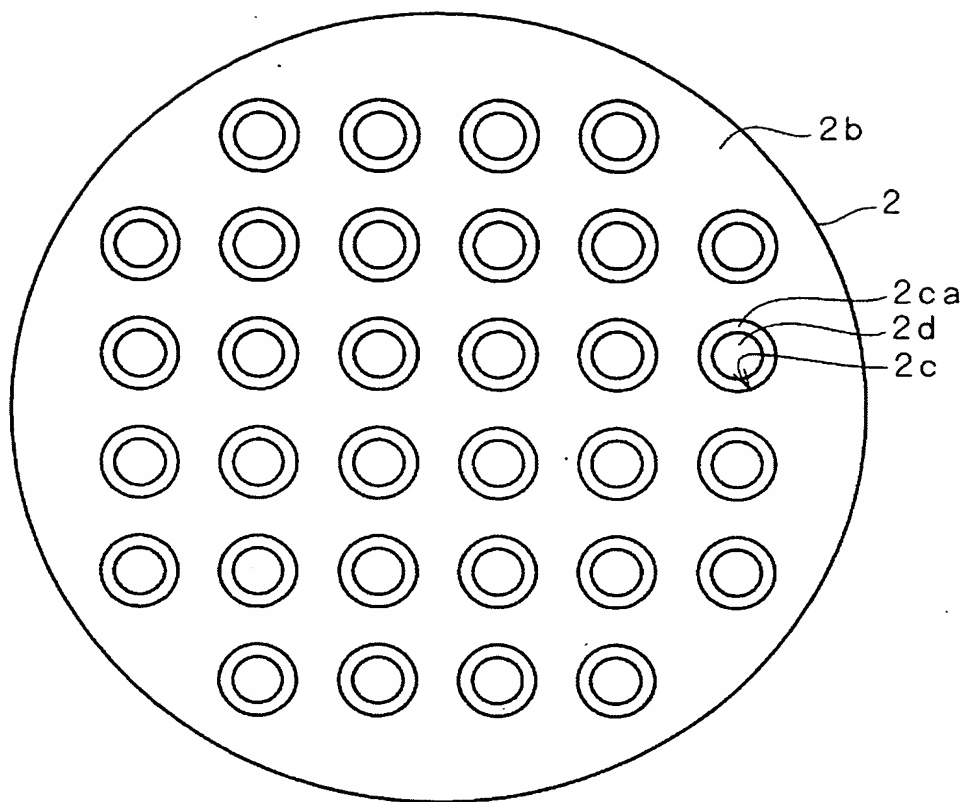
【図 12】



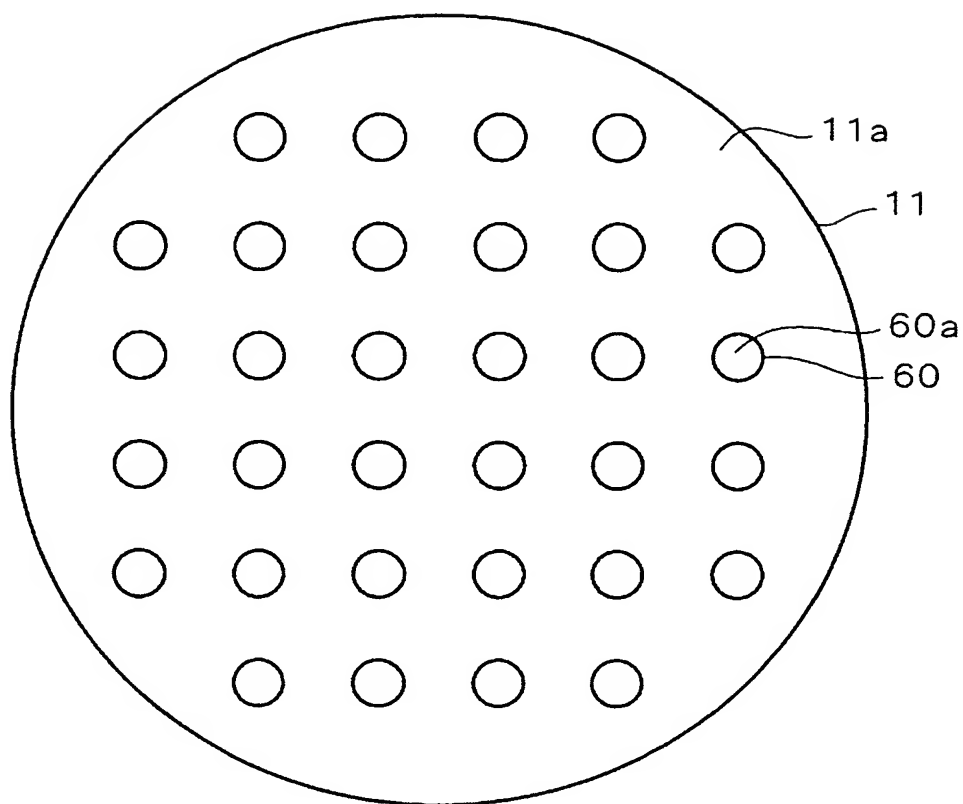
【図 13】



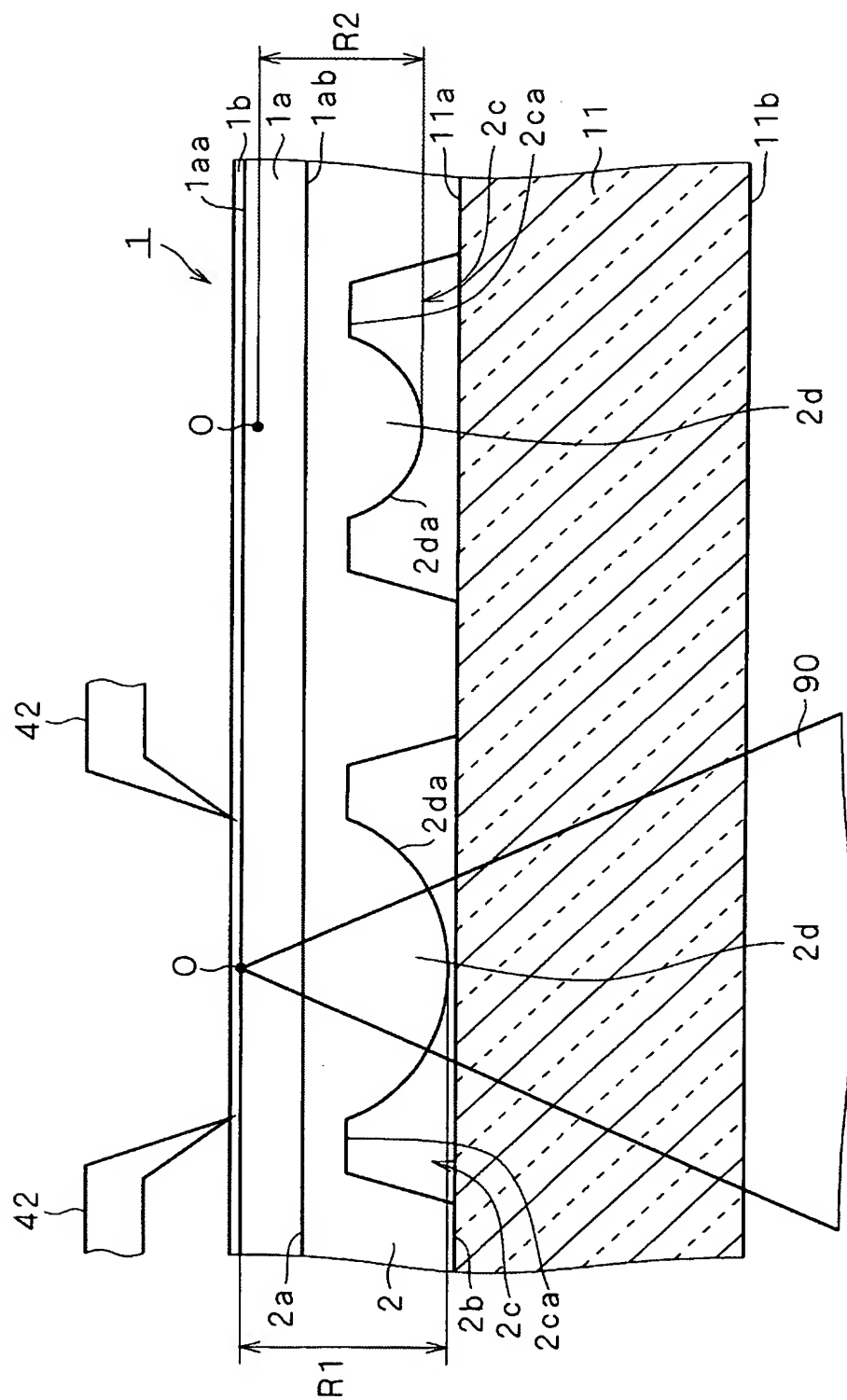
【図 14】



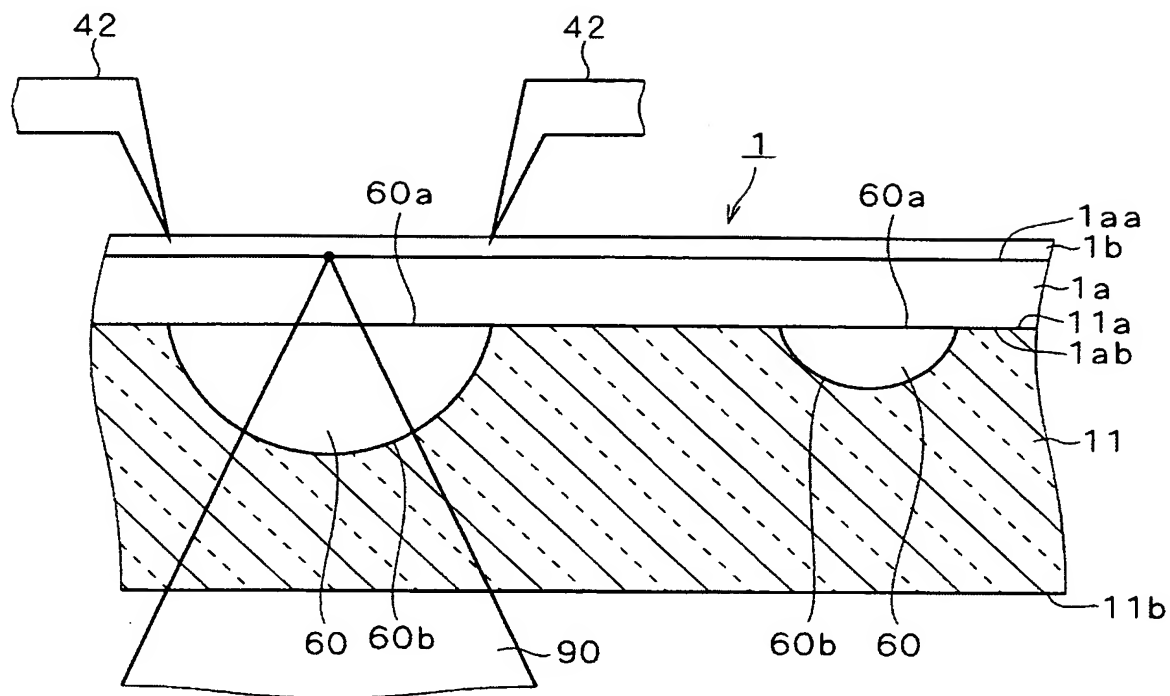
【図 15】



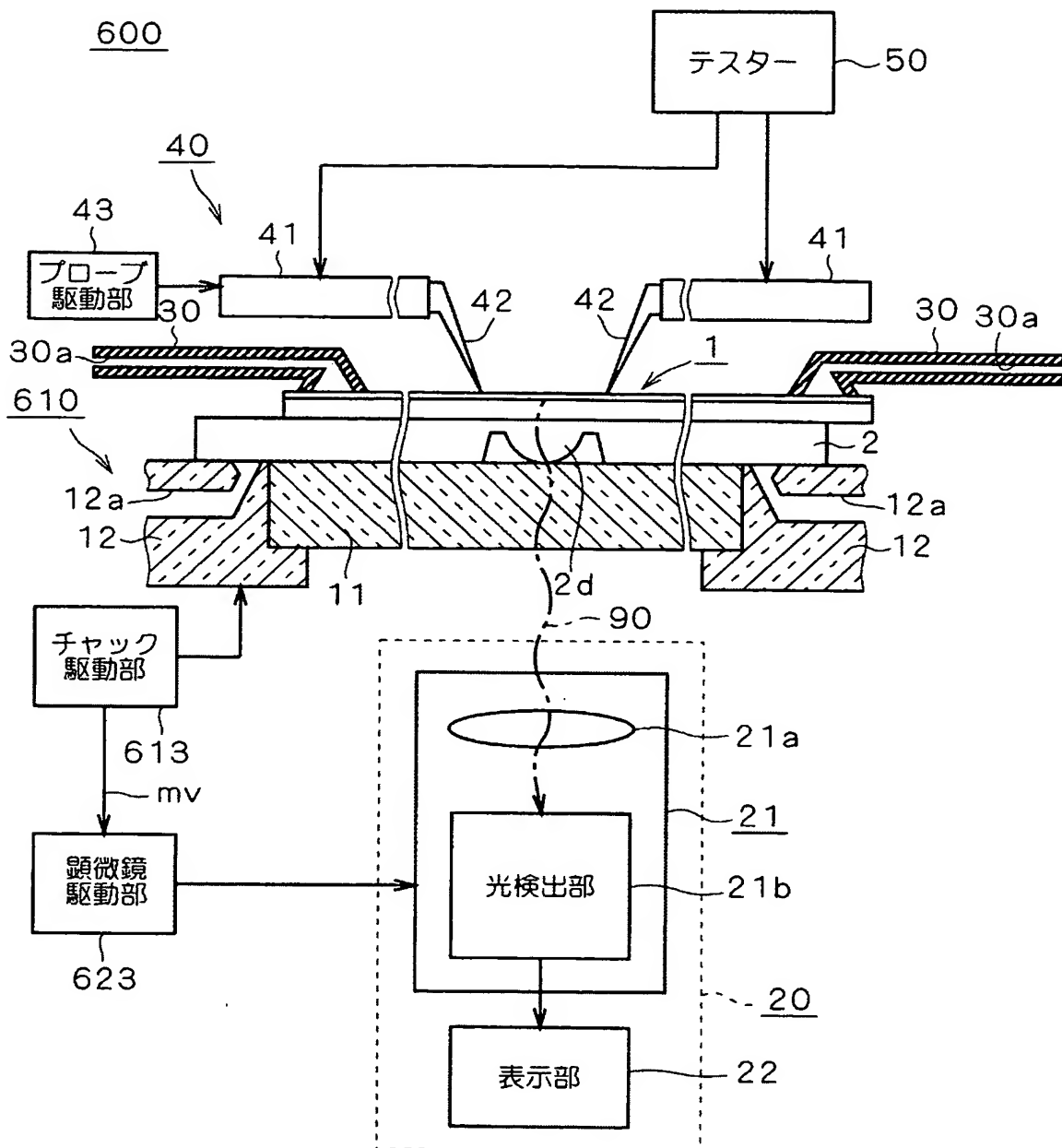
【図 16】



【図 18】

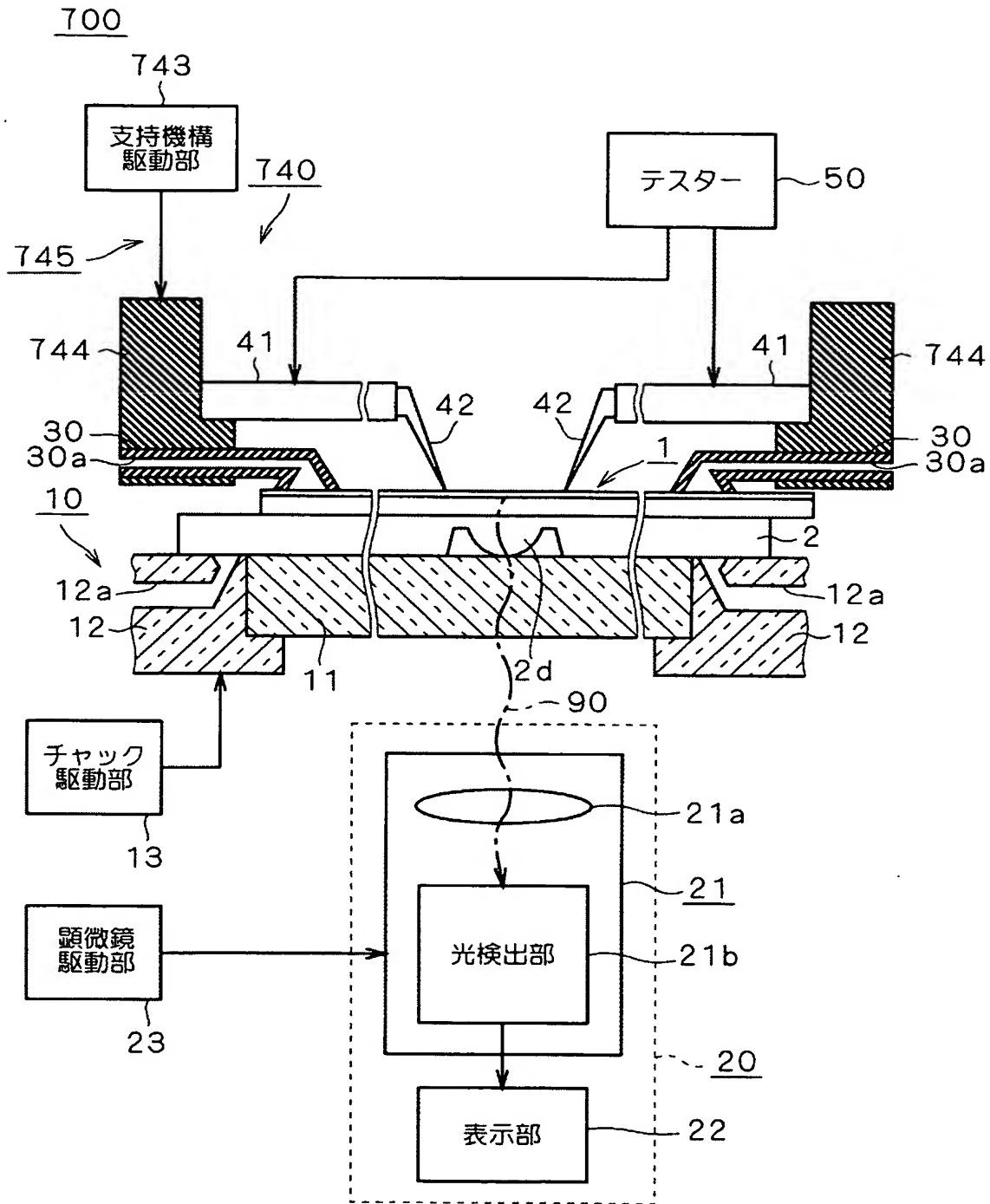


【図 19】



600:故障解析装置
610: S I L 駆動部

【図 20】



700:故障解析装置
740:プローバー
745:プローブ・試料駆動部

740:プロバー

745:プローブ・試料駆動部

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ステージ上に安定して試料を搭載でき、かつ解析視野を移動させることが可能な故障解析技術を提供する。

【解決手段】 ステージ 1 1 上に解析用プレート 2 を介して試料 1 を載置する。解析用プレート 2 の主面 2 b には凹部 2 c が設けられており、その凹部 2 c の底面 2 c a には固浸レンズとして機能する凸部 2 d が設けられている。そして、凸部 2 d は解析用プレート 2 の主面 2 b よりも突出していない。試料 1 とは別に、固浸レンズを有する解析用プレート 2 を備えているため、解析視野を移動させることができる。更に、凸部 2 d が解析用プレート 2 の主面 2 b よりも突出していないため、解析用プレート 2 を間に挟んで試料 1 をステージ 1 1 上に安定して搭載できる。

【選択図】 図 2

特願 2 0 0 3 - 1 2 1 2 8 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[5 0 3 1 2 1 1 0 3]

1. 変更年月日

2 0 0 3 年 4 月 1 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区丸の内二丁目 4 番 1 号

氏 名

株式会社ルネサステクノロジ